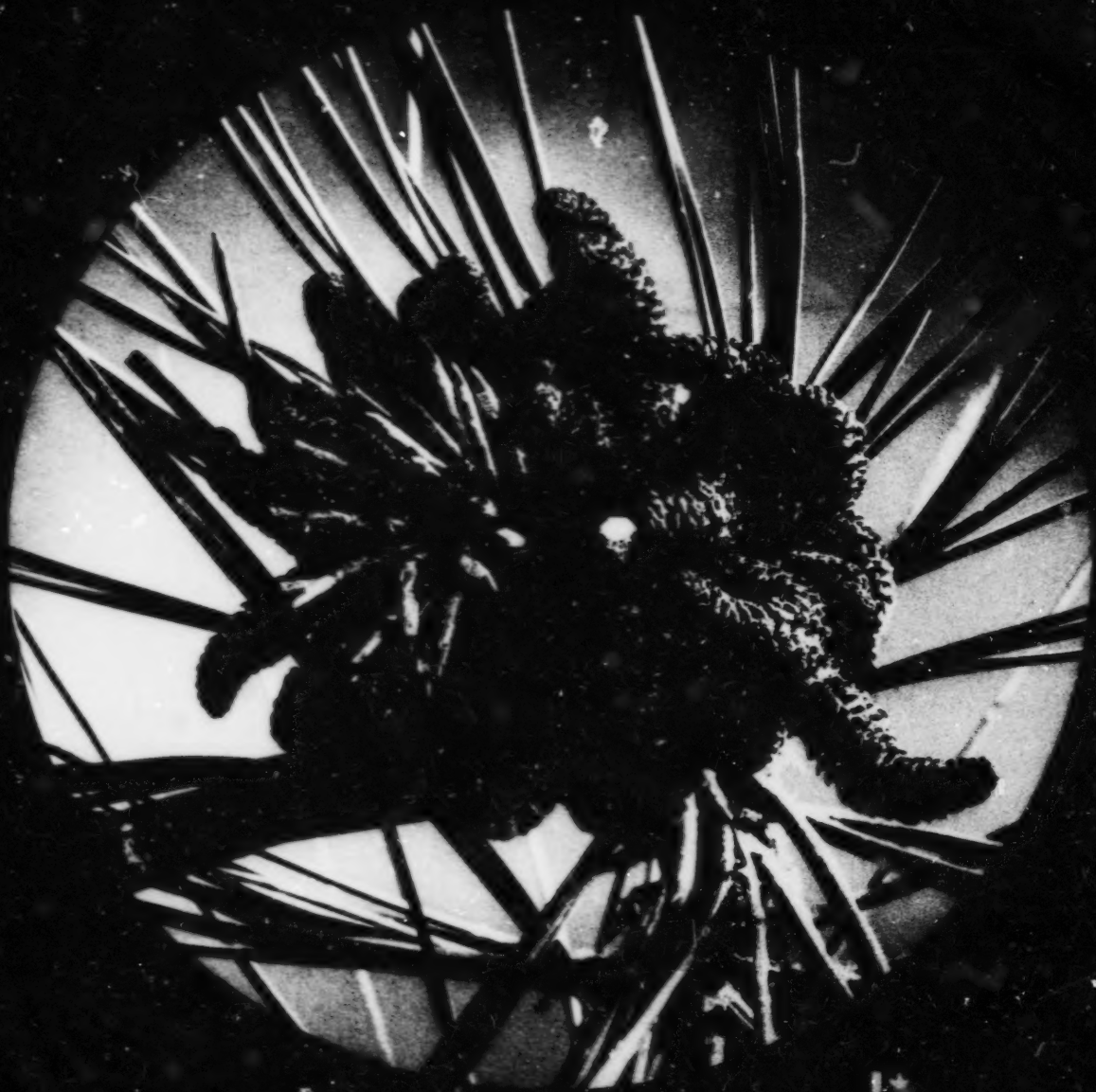
Reproduction of Conifers

A handbook for cone crop assessment



85-0013

ABSTRACT

Reproductive process of conifers is briefly described. Morphological characteristics of different stages of the process are identified and presented on photographs to provide an aid for estimating next year's cone crops. Advance knowledge of prospective cone crops should allow for better planning of reforestation programs. The handbook will be published in a loose-leaf format so that other species can be added as material becomes available.

RESUME

L'auteur décrit brièvement le processus de reproduction des conifères. Il identifie les caractéristiques morphologiques des différentes phases du processus et en présente des photographies pour aider à l'évaluation de la récolte de cônes de la prochaine année. Il est plus facile de planifier les programmes de reboisement si les perspectives de récolte des cônes sont connues à l'avance. Le manuel sera publié sous forme de feuilles mobiles et par étapes, au fur et à mesure que les espèces seront disponibles.

Cette publication est aussi disponible en francais sous le titre "La reproduction des coniferes."

ACKNOWLEDGEMENTS

The earliest stages of reproductive bud development were abstracted from the papers of J.N. Owens and M. Molder published in the Canadian Journal of Botany.

The artistic layout was done by J. Wiens of the Pacific Forest Research Centre.

Additional copies available from:

Environment Canada Distribution Centre
151 Jean Proulx
Hull, Quebec K1A 1C7

or

Pacific Forest Research Centre
506 West Burnside Road
Victoria, B.C. V8Z 1M5

Cette publication est aussi disponible en francais sous le titre La reproduction des coniferes: Manuel d'evaluation des recoltes de cones.

© Minister of Supply and Services, 1983

ISBN 0-662-12245-3

Cat. No. Fo 64-31/1982E

Table of Contents

Introduction. 2

Summary of Reproductive Cycle of Conifers 3

Glossary 9

Douglas-fir 11

Lodgepole Pine 13

Western Hemlock 15

Yellow Cedar 17

Larches 19

Grand Fir. 21

Interior Spruces 23

Ponderosa Pine 25

Western Red Cedar 27

Sitka Spruce. 29

Mountain Hemlock 31

Western White Pine 33

Red Spruce 35

Balsam Fir 37

INTRODUCTION

Throughout Canada, more than 22 000 kg of seed are processed annually for reforestation programs. It is anticipated that these requirements will rapidly expand as Canada continues to emphasize the need for reforestation.

The propagation and collection of these tree seeds, particularly those of superior genetic quality, requires the ability to forecast and identify developing cone crops even several months in advance of cone maturation. The ability to estimate seed crops in advance will come with understanding of the reproductive cycle of individual tree species and with the knowledge of the morphology of the reproductive structures.

This handbook was written with that in mind. Its text is simplified for the layman and only a few technical terms are used. The photographs concentrate on the main stages of development, generally only those that may be recognized by an unaided eye; a hand lens may be useful in the early stages of development.

The handbook will be published in a loose-leaf format, so that other species may be added as they become available.

Summary of the Reproductive Cycle of Conifers

The majority of conifers are tall evergreen forest trees. Since they are a large group, represented by 40 living genera widely scattered throughout the temperate zone, they exhibit a wide variation in their features. They differ in size and form, the structure and size of the leaf, anatomy and technical properties of the wood, and other characteristics. Resin ducts are abundant in some genera and entirely missing in others. Wood parenchyma may be conspicuous in the xylem of certain genera and absent in others.

Even greater diversity exists in the reproductive structures. The gametophytes—or haploid generations, both male and female—and the embryo—or young sporophyte, the beginning of the diploid generation—vary greatly in the methods of their development and in structure. The number of cotyledons of the embryo varies from 2 to 15. Some conifers do not have buds, others do not even produce cones; but most genera native to Canada do. Because of this great diversity, only the most typical features of the reproduction of coniferous species are discussed.

BUDS

In most conifers, the growth ends at the end of summer with the formation of buds. Generally, buds contain undeveloped next-year's shoots protected by several layers of bud scales. In the earliest or primordial stage, the growing tips are merely masses of undifferentiated or meristematic cells but, in most conifers, they soon become elaborate structures. They are dormant during the unfavorable growing period of late autumn and winter. During this period, they are protected by a series of overlapping scales. Bud scales are often covered by wax or hair, which increases their efficiency as protective organs.

According to their position on the stem, buds may be classified as terminal, subterminal or lateral. Terminal and subterminal buds are usually largest and best developed. Lateral buds are often small and inconspicuous. Most of them remain dormant but damage to terminal buds often reactivates their development.

According to their function, buds may be vegetative, which will give rise to vegetative shoots, or reproductive, which will develop reproductive structures. By the time buds enter dormancy, they are usually well developed.

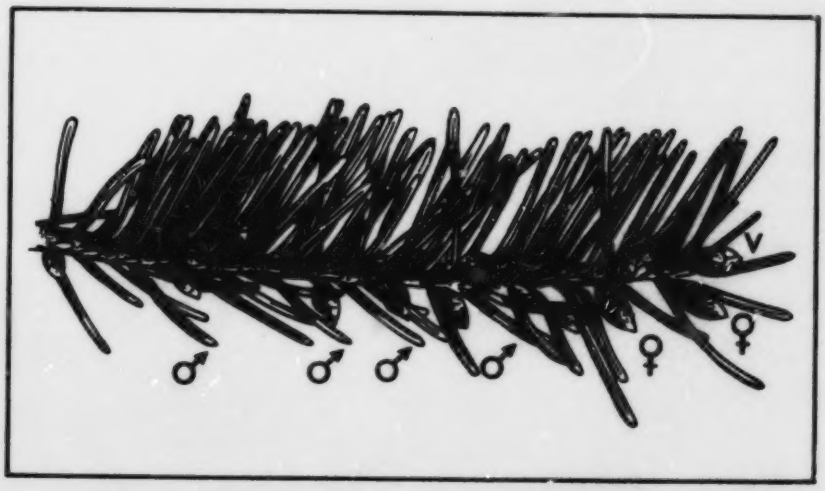


Fig. 1. Some species may have vegetative and reproductive buds of both sexes on the same shoot. Position, shape and size are usually typical, though the size may decrease with the distance from the tip.

STROBILI

The reproductive buds develop into strobili or cones*. The cones are of two kinds, the microsporangiate or male** which produce pollen and the ovulate, megasporangiate or female** which produce the seed. When mature, the latter are the structures commonly recognized as cones.

In most genera of conifers, the microsporangiate or male bud during dormancy contains a well-developed miniature pollen cone, consisting of a simple axis or stem, bearing a series of spirally arranged, compressed, scalelike microsporophylls, each of which bears attached to its lower surface, two sacklike microsporangia filled with pollen. The megasporangiate or female bud contains a cone that consists of an axis and usually spirally arranged bracts. At the base of the bracts, attached to the axis and the bract, is an ovuliferous scale which bears, freely attached to its upper surface, two ovules.

Most conifers are monoecious, i.e., bear both kind of cones on the same tree. Each cone is usually separate from the other kind and generally they occur on separate branches.

In spring, usually before much activity takes place in the vegetative buds, the axes of male strobili elongate, separating the rapidly enlarging microsporangia. Then, during dry weather, microsporangia dry out and separate along distinct lines and pollen is released. Female strobili resume development at the same time as male strobili. In some genera, more bracts and ovuliferous scales are initiated at the apex. Before pollination, internodes elongate, separating the

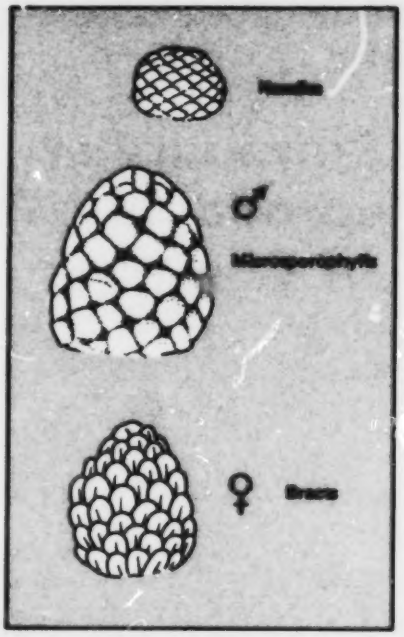


Fig. 2. When bud scales are removed, vegetative tip and reproductive strobili can be easily recognized.

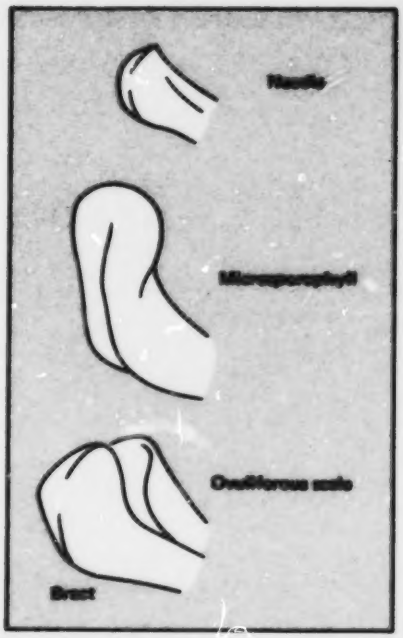


Fig. 3. Though color may be similar, the primordia of needles, microsporophylls and bracts with ovuliferous scales above are distinctly different.

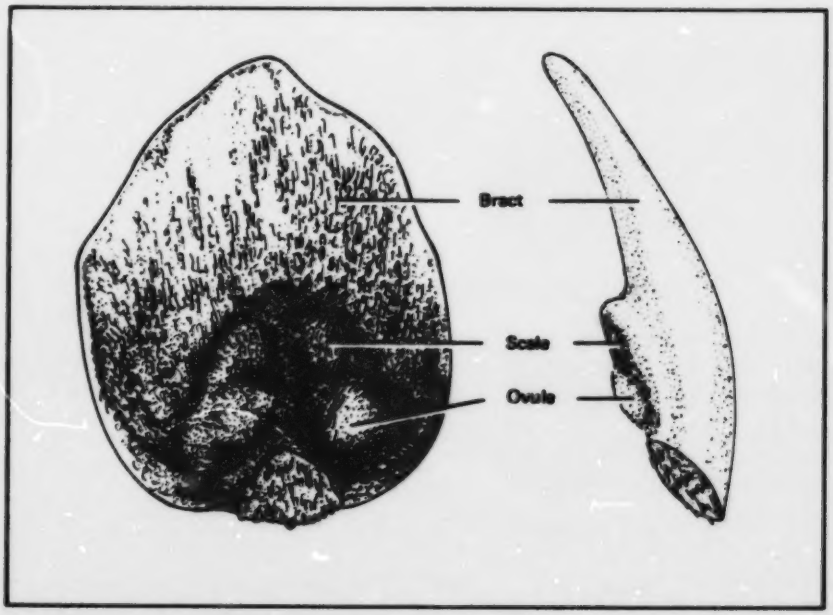


Fig. 4. During winter dormancy, the ovuliferous scale is only an appendix on the adaxial side of the bract. Each scale bears on its surface two ovules.

---

* Conifers do not produce true flowers.

** Botanically, the terms male and female, in reference to conifer buds and cones, are incorrect terms. They are, however, commonly used and understood.

Fig. 5. In spring, the axis of the male strobilus elongates and microsporangia enlarge. Pollen is ready for release.

Fig. 6. In female strobilus, the internodes elongate, and bracts separate, enabling pollen to sift down to the ovuliferous scales.

bracts so that pollen can sift down through the spaces to the ovuliferous scales.

Pollen cones are small structures lasting usually for only a few weeks. After pollination, they dry out and fall off. The megasporangiate cones are of longer duration. In some genera, they develop in 1 year, as in spruces; in others, as in pines, 2 years are required for full development. After maturity, the cones may fall off, disintegrate or remain on the tree for several years, even after shedding the seeds.

POLLEN

Within the microsporangia or pollen sacs, microspore mother cells are produced. By the process of maturation, which involves a meiotic division, they give rise to a sphere of four microspores. The spores soon separate into individual cells and at this stage are referred to as pollen grains or just pollen. Because meiotic division precedes their formation, they have a haploid or half number of chromosomes. In the spring, pollen is produced in tremendous amounts and appears at maturity as yellow dust.

OVULE

The ovule, located on the upper surface of the scale, consists of a megasporangium surrounded by a special covering, the integument which later becomes the seed coat. In most conifers, the integument covers the ovule as a cuplike overgrowth. At the tip of the ovule, the encircling parts of the integument leave a little opening called the micropyle which allows the pollen grain to enter and come in contact with the megasporangium.

The megasporangium is the inner tissue of the young ovule. In the young stages, this tissue is undifferentiated, but later, several megaspore mother cells are produced at the center. Maturation of a megaspore mother cell includes meiotic division and produces a group of four

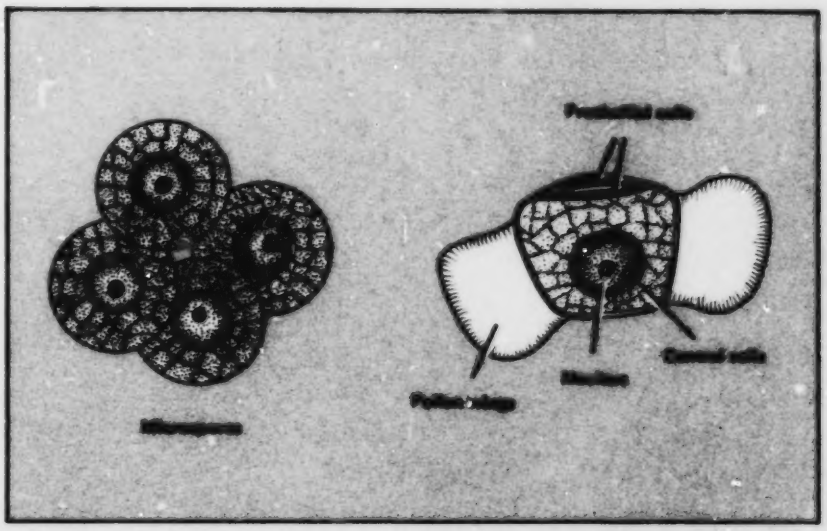


Fig. 7. Microspore mother cell, by meiotic division, gives rise to a group of four microspores having a haploid number of chromosomes. The microspores soon separate and develop wings. At this stage, they are called pollen.

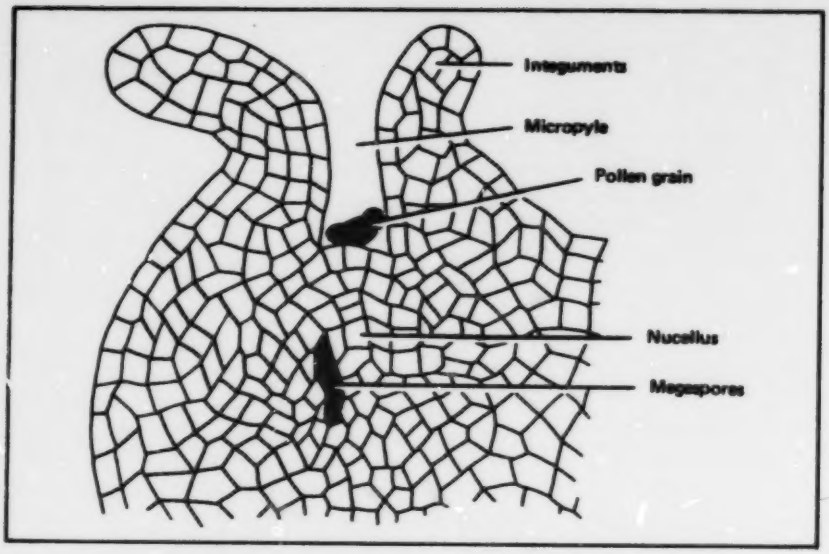
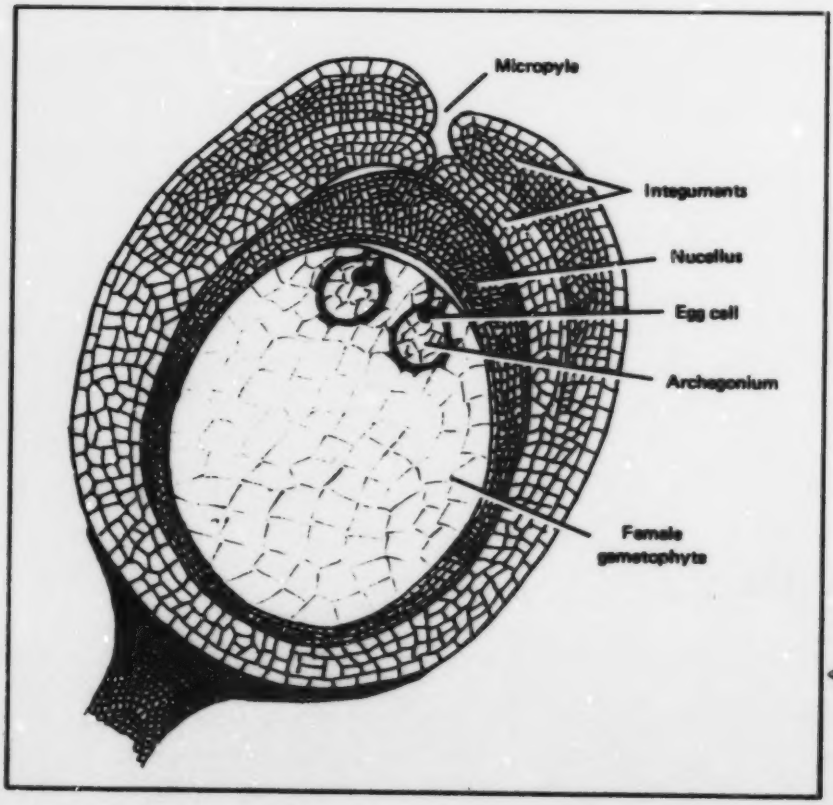


Fig. 8. In most conifers, an ovule is an ovate structure and the integuments cover it as a cuplike overgrowth. At the time of pollination, four megaspores are arranged in the center of the nucellus. Only one, the largest, is functional; the other three degenerate.



◀ Fig. 9. The archegonia are deeply immersed into the female gametophyte. An archegonium consists of an egg cell with nucleus and abundant cytoplasm.

megaspores which, similar to microspores, have a haploid chromosome number.

On germination, the megaspore gives rise to the female gametophyte. The development of the female gametophyte takes place within the megasporangium of the ovule and the gametophyte is entirely dependent for nutrition on the old sporphytic structure.

The digestion of the nucellus results in a vacuole in which the megaspore occupies a central position. Divisions of the megaspore nucleus and an extension of the megaspore cell wall produces a female gametophyte as a multicellular, solid, ovate structure.

Archegonia develop at the micropylar end of the female gametophyte. Each archegonium develops from a single superficial cell of the gametophyte and consists of a short neck, a ventral canal cell, and an egg cell. At maturity, the archegonium is deeply immersed in the female gametophyte.

POLLINATION

The **pollen grains**, or **microspores**, undergo two or more divisions. In most conifers, at this stage of development, the pollen is shed.

Pollination is the term applied to the transporting of the pollen from the male cones to the female cones. In conifers, it is accomplished by the floating of pollen through the air. This is called **wind pollination.**

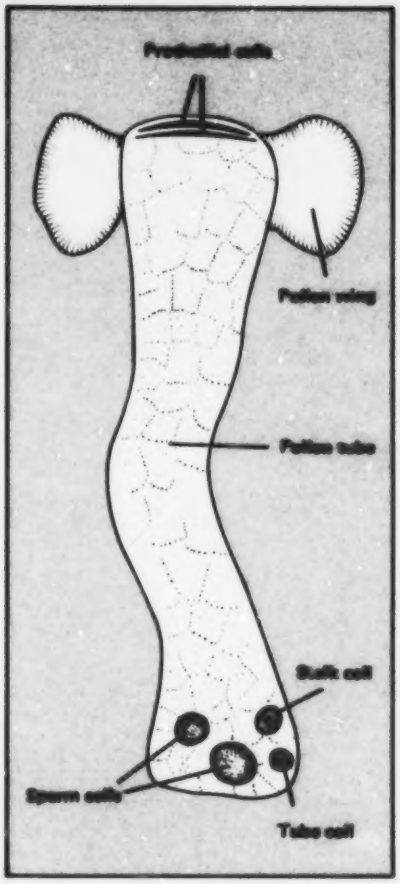


Fig. 10. Shortly before fertilization, the body cell has divided into two male cells or sperms. The stalk cell, the tube cell and the prothallial cells degenerate.

When they reach the female cone, the pollen grains fall down among the scales, reaching the ovules located at their base. When receptive, an ovule secretes a drop of resinous material which eventually dries out and pulls the pollen grains through the micropyle.

After a short period, the pollen tube begins to grow, penetrating the tissues of the megasporangium. At this stage, the final division takes place in the pollen grain and two sperm are produced.

FERTILIZATION

The fertilization is accomplished by the fusion of the nucleus of one of the sperm with the nucleus of the megaspore or egg cell. This results in the doubling of chromosomes, which restores their number to that characteristic of the species. In general, where the development of the cone takes 1 year, fertilization occurs in early summer; in those where development of the cones takes longer, fertilization may occur in the spring of the second year.

The fusion of the nuclei doubles the number of chromosomes and initiates the new sporophytic generation.

Soon after fertilization, rapid division of the megaspore nucleus takes place, followed by formation of the cell walls and eventually the complete seed is formed.

SEED

The conifer seed is a complicated structure. It consists of an embryo, surrounded by a mass of stored food and pro-

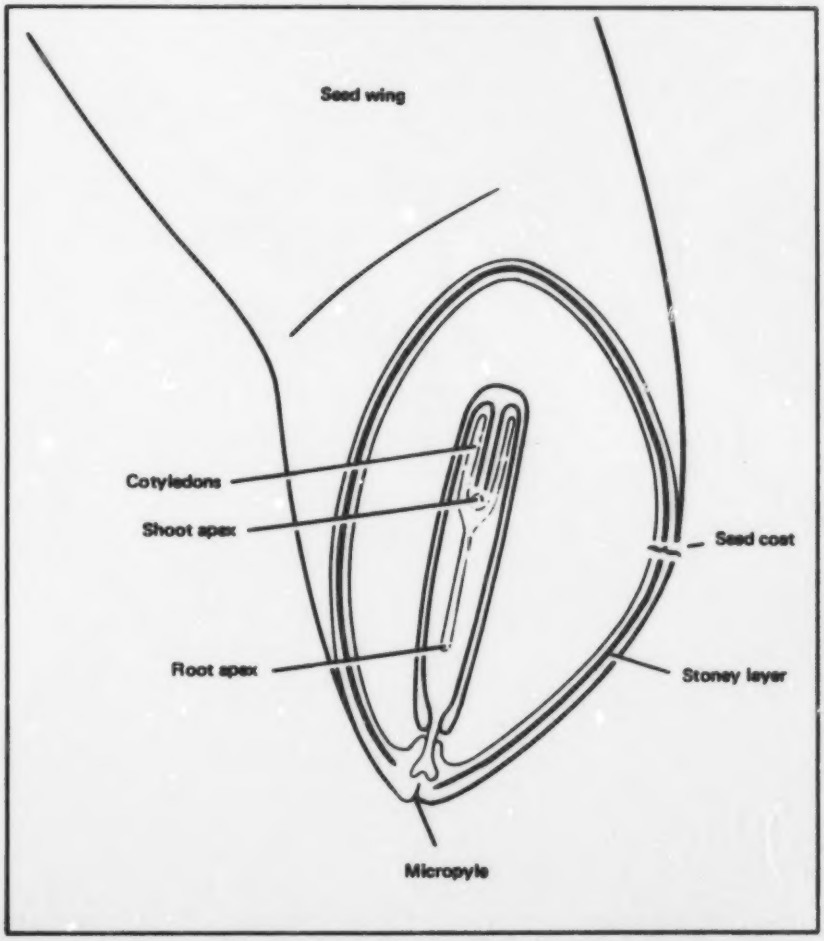


Fig. 11. Seed is a dormant embryo embedded within a female gametophyte which provides food supply for the new growth. All this is covered by a protective, multilayered seed coat.

tected by a thick and usually hard **seed coat**. The embryo is, in a sense, already a complete plant with an elementary **vascular system**, an axis with **cotyledons** or primary leaves and a well-developed radicle or root apex. The **shoot apex** is usually only a cone of meristematic cells.

SEEDLING

The seeds of conifers germinate slowly and usually after a prolonged resting period. Upon germination, the **primary root** of the embryo emerges, usually pushing the seed coat up through the ground. Later, the cotyledons are freed from the seed coat and the young seedling begins a long period of growth to develop into a mature tree.

TREE

At first, the seedling produces only vegetative buds. **Sexual maturity** is dependent on species, size, age and environmental conditions. Between 10 to 50 years of age, trees begin also to produce reproductive buds. For a few years these may be only of one sex, but eventually both male and female buds are produced and the reproductive cycle repeats itself.

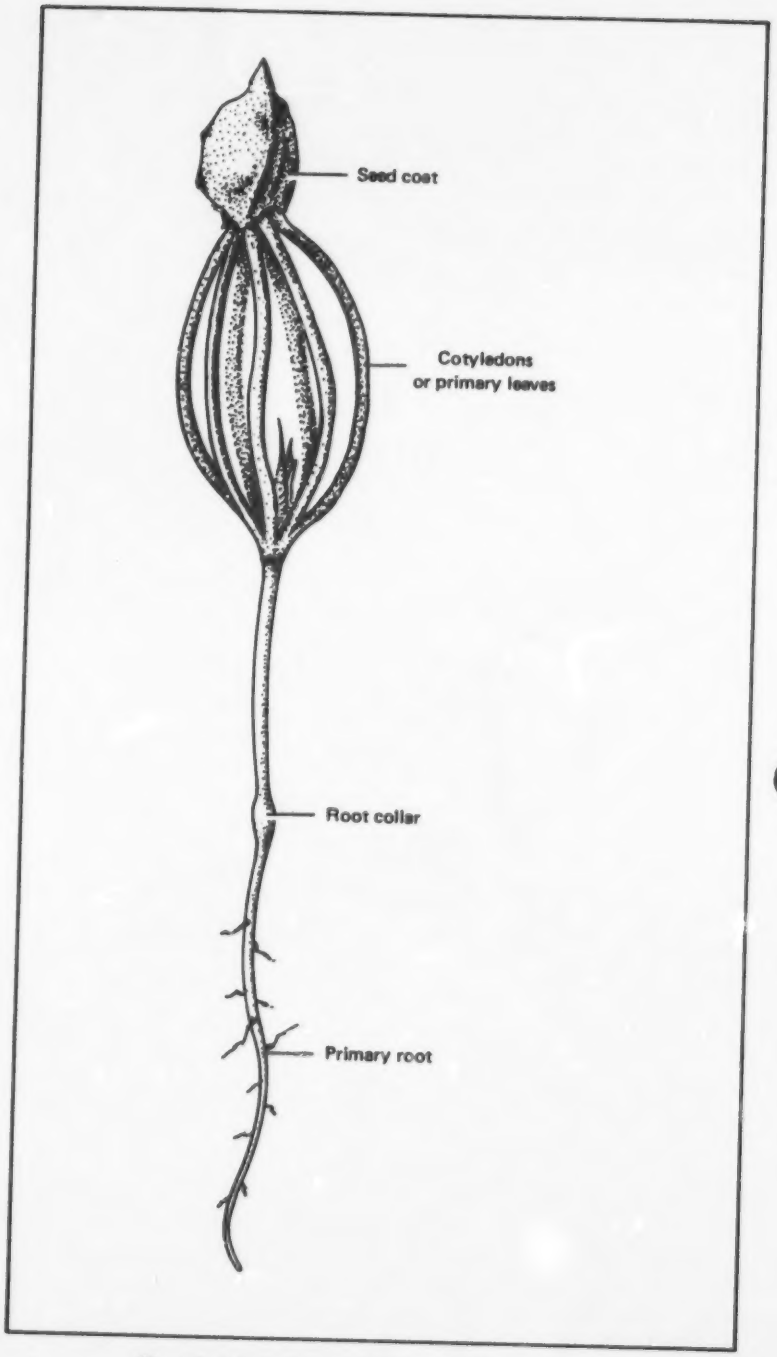


Fig. 12. Upon germination, the embryo elongates, pushing the seed coat up through the ground.

GLOSSARY

adaxial...facing toward the axil.

apex...the growing point of a stem or root.

archegonium...the female sex organ consisting of a neck and a body which contains the ovum.

axil...the angle formed between the axis and any organ that arises from it; e.g., ovule.

axis...an imaginary line, around which the organs are developed.

bract...a vegetative scale of the cone above which lies the seed-bearing scale.

central cell...a cell produced inside the pollen by the first pollen cell division; from this cell in the next division, the tube cell and generative cell are produced.

chromosomes...fibrillar bodies formed during nuclear division, which produce the daughter nuclei.

cotyledon...the first leaves of the embryo.

diploid...having two sets of chromosomes.

distal...remote from the place of attachment, the converse of proximal.

dormant...applied to parts that are not in active life, as buds in winter.

egg cell...the ovum proper apart from any layer of cells derived from it or from other cells.

embryo...the rudimentary plant formed in a seed.

flushing...initiation of growth, as in spring.

fusion...the union of a pair of fertile cells.

gametophyte...the generation that bears the sexual organs.

haploid...the organism with the half number of chromosomes, as in sexual cells.

hybrid...a plant obtained by crossing of two related species.

integument...the covering of an organ or body.

internode...the space or portion of stem between two nodes or whorls of branches.

latent...dormant, usually for a longer period.

megasporangium...the inner tissue of the ovule.

megaspore...a female reproductive cell.

megaspore mother cell...the cell inside the megasporangium which, by meiotic division, produces 4 megaspores.

meiotic division...cell division that includes reduction of chromosomes to haploid number.

meristematic cells...undifferentiated tissue capable of being transformed into special forms, as cambium, etc.

micropyle...the lower part of the tube of the integument, where it expands to join the seed cavity.

microsporangium...receptacle producing microspores or pollen, such as pollen sacs or stamens.

microspore...the male spore in heterosporous plants, applies to the pollen grain.

microspore mother cell...a cell that, by meiotic division, involving reducing of chromosome number, produces microspores or pollen.

microsporophyll...leaflike organ-bearing microsporangia.

mitosis...nuclear division in which the diploid number of chromosomes is retained, as in growth.

monoecious...having unisexual male and female flowers on the same plant.

morphology...the science of form and structure of plants.

nucellus...the body of the ovule or megasporangium containing the embryo.

nucleus...a body inside a cell formed by grouping together of the chromosomes.

ovulate...possessing ovules.

ovule...the organ that, after fertilization, develops into a seed; also, the young seed in the ovary.

ovuliferous scales...inner scales in a cone that bear ovule.

parenchyma...undifferentiated plant tissue which may vary in structure and function and develop into different organs.

pollen, pollen grains...the fertilizing dustlike powder produced by the male flowers.

pollen sac...the microsporangium.

pollen tube...the tube that grows from a pollen grain and that enables passing of chromosomes of the sperm cells to the chromosomes of the egg cells.

pollination...transport of pollen from the microsporangia in male cones to the ovules in female cones.

primary root...the first main root developed from the radicle.

primordium...a member or organ in its earliest condition.

propagation...to cause multiplication of individuals, as of plants.

prothallial cells...two or more cells produced by the first divisions of microspore; they usually degenerate.

proximal...the part nearest the axis, as opposed to distal.

radicle...arising from the root crown, the first root apex.

reproductive...applied to parts that share in reproduction.

root collar...junction between root and stem, usually at the point of germination at ground level.

scale...any thin scarious body, usually a degenerate leaf, sometimes of epidermal origin.

seed...the fertilized and matured ovule.

seed coat...the outer coat of the seed, usually hard and brittle.

shoot...the young growing branch or twig.

shoot apex...the tip of the young growing branch or twig.

sperm cell...usually a minute male active cell whose function is to fertilize a female cell.

sporophyte...the diploid spore-producing phase in higher plants with alteration of generations.

spur shoot...a short lateral shoot, sometimes with a few foliage leaves in a tuft.

stalk cell...the cell arising from division of the antheridial cell in conifers, which does not become the generative cell.

strobilus...an inflorescence largely made up of scales.

subterminal...under or below the terminal or apex.

terminal...proceeding from or belonging to the end or apex.

tube cell...the cell that gives rise to the pollen tube.

vascular system...vessels adapted for circulation of fluids.

vegetative...stage of growth in plants when reproduction does not occur.

ventral canal cell...a small cell usually without a cell wall within the archegonium.

xylem...the main water-conducting tissue in a plant.

Douglas-fir

1. In heavy crop years, vegetative and reproductive buds of both sexes may occur on the same shoots. The shape and size is indicative of their function, though the size decreases with distance from the tip.

2. Vegetative bud is slim, the male bud ovate and widest in the middle. Microsporophylls can be distinguished from needle primodia.

3. Female bud is ovate and widest at its base. Three-pronged, sharp-pointed, purple bracts differ markedly from microsporophylls or needles.

4. Pollination takes place before vegetative bud break. Male strobili elongate, microsporangia split open and pollen is released. After pollination, male strobili wither and die.

5. At pollination, female strobilus stands erect. Elongation of the axis separates the bracts, allowing for entry of pollen.

6. After pollination, the female cones become pendant and turn green. The three-pronged bracts remain the prominent feature.

7. Seed is about 7 mm long, 3 mm wide and 2 mm thick. There are on an average 90.000 seeds per kg.

Douglas-fir

***Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco**
by S.Els and D.Craigdallie

Douglas-fir begins to produce cones at about 20 to 25 years of age. Preceding light cone crop, the female buds tend to occur mainly at the top and male buds in the middle of the crown; preceding heavy crops, the reproductive buds of both sexes may occur throughout the crown and sometimes even on the same shoots (1). The function of the buds, whether they are vegetative, male or female, can be recognized from their outer appearance from about the beginning of August. If the bud scales are peeled off or the buds are cut open, identification can be made even earlier. Because bud development continues until unfavorable weather forces dormancy in November or December, later identification becomes progressively easier.

The terminal buds are usually vegetative throughout the crown (1). Preceding light crops, the reproductive buds of both sexes occur mainly in subterminal positions (2 and 3), whereas preceding heavy crops, the subterminal positions are occupied by female buds, while male buds are distributed lower along the shoot, sometimes forming a group of three to five at the base of the shoot (1).

BUD DESCRIPTION

The vegetative buds are rather slender (1); reproductive buds are more egg-shaped, somewhat shorter and usually lighter brown, have fewer bud scales and less white resin on the surface of the scales. Both sexes are similar (2 and 3), but the male buds tend to be smaller (1) and broadest near the middle (2), whereas female buds are usually somewhat larger and broadest closer to their base (3).

When bud scales are removed or the buds are cut open, bud recognition becomes easy. The vegetative bud contains the entire following year's shoot, with flanks densely covered with spirally arranged, unelongated, green needles (2). In cross-section, the needles are oblique-angled. This whole structure is only about 2 mm long; the rest of the bud cavity is empty (2). In contrast, the bud cavity of the reproductive buds is completely filled with reproductive structures.

By the time the buds enter dormancy, the male bud contains a well-developed pollen cone, consisting of a simple axis covered with spirally arranged scale-like, blunt and reduced appendages or microsporophylls (2). Each microsporophyll bears, at its lower surface, two yellow or light green microsporangia filled with pollen. The length of the male cone during the winter dormancy is about 4 to 5 mm.

The female cone, during dormancy, is about the same size as the male cone. It consists of an axis bearing a series of spirally arranged, long, pointed trident bracts (3). In the axil of each bract is a small ovuliferous scale which bears at its upper surface two ovules. The scales are visible only upon dissection.

BUD BREAK

The first growth and differentiation occurs in the reproductive buds in late February or early March, about a month or more before any activity takes place inside the vegetative buds.

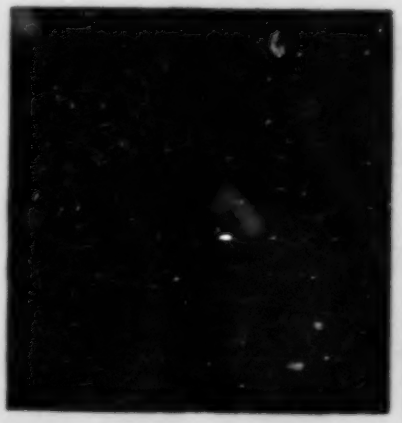
Inside the male buds, the cone axis elongates and microsporangia enlarge and develop into two large rounded pollen sacs. Following bud burst, pollen cones show a wide range of colors, yellow being most common, but often ranging into green or red. At the time of pollination, the pollen cone is usually pendant and about 2 cm long (4). Soon after pollination, it dries out and breaks off.

Inside the female bud, the bracts and the ovuliferous scales enlarge, with a corresponding elongation of the axis. The lower bud scales become slightly separated, revealing the light-brown or purple inner bud scales. The seed cone buds usually double in length before bud burst. At pollination time, the female cone stands erect and is about 3 cm long. Its appearance is dominated by the large three pronged bracts, which are purple to red (5). After pollination, the female cones turn green and become pendant. Fertilization takes place about 4 to 6 weeks after pollination and initiates the development of the embryo and, subsequently, the seed.

The cones reach their final size during July. By then, they are about 7 to 9 cm long and less than 2 cm wide with protruding, three pronged usually appressed bracts (6). The subsequent maturation involves drying and death of the vegetative tissues and a change of color to brown. In a mature seed, the embryo is loosely packed within a nutritive tissue. Seed wings develop from the ovuliferous scale. The mature seed is about 7 mm long, 3 mm wide and 2 mm thick (7). The seed wing is about 10 to 12 mm long and 5 mm wide. There are about 65,000 to 130,000 seeds per kg. Most seeds are released by late October, the remainder during the winter.

Lodgepole Pine

1. Vegetative buds are long and slim, without swelling at their base.



2. Swelling at the base of a vegetative bud indicates presence of male strobili.

3. Next year's vegetative growth supports spur shoots with needles. At the base of the vegetative growth are clusters of male strobili.

4. The sheath of bud scales which normally covers the male strobili may be entirely missing.

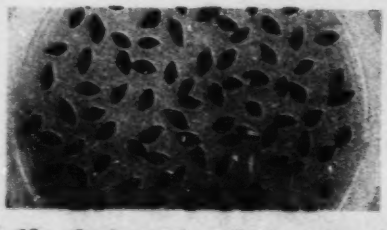
5. Cluster of male strobili are easily noticeable in spring because of their bright yellow color.

6. Female strobili occur on current year's shoots; therefore, they are not visible until late in spring.

7. At pollination time, bracts stand erect or perpendicular to allow for entry of pollen.

8. At the end of the first growing season, conelets are about 15 mm long, almost round and green in color.

9. Mature cones are egg-shaped, pointed and assymmetrical. Their color is light brown. Cones from preceding cone crops are darker.



10. Seeds are about 3 - 4 mm long, ovoid, reddish brown and often mottled. They average about 250.000 per kg.

Lodgepole Pine

Including Shore Pine

Pinus contorta Dougl.

by S. Eis and D. Craigdallie

Lodgepole pine is sometimes divided into two or three subspecies. Since the reproductive organs are practically identical and since there are no reliable needle or cone differences by which they can be distinguished, it would appear that lodgepole pine is morphologically variable, with the two or three described forms constituting a single species.

Lodgepole pine is a prolific seeder and often produces fertile seed before it is 10 years old. However, seed production usually starts at the age of 15 to 20 years, with heavy seed crops at intervals of 2 to 4 years and light crops in most intervening years.

Lodgepole pine bears male and female strobili, usually over the entire crown. The female strobili occur most abundantly in the upper part of the crown, where sometimes the male strobili may be missing. The strobili are lateral in their position; the male strobili are spirally arranged at the base of the current year's growth (4), whereas the female strobili occur near the apex (6). If they occur on the same shoot, the male strobili may be separated from the female strobili by up to 15 cm of vegetative tissue at pollination.

The presence of male strobili becomes evident by late August, but the presence of female strobili cannot be detected visually until after bud break in the spring. Earlier accurate counts can be made only by careful dissections of terminal vegetative buds.

BUD DESCRIPTION

During winter dormancy, the vegetative bud consists of a sheath of semi-transparent, spirally arranged bud scales (1), which enclose an unelongated, following year's shoot, consisting of an axis covered by spur shoots (needle fascicles) with compressed short needles and, at the tip, a group of scales which overarch the apex (3).

If only a few male buds are present, they may be entirely enclosed within the terminal bud scales and appear only as a swelling at its base (2). If numerous male buds were initiated, the bud scales were forced apart, torn and largely shed, exposing the male buds (4). By the time male buds enter dormancy, the sporogenous tissue has considerably enlarged and pollen sacs appear to be in an advanced stage of development (3).

The female strobili develop entirely within the scales of the terminal vegetative bud and, because of their subterminal position on the shoot, their differentiation is delayed until the differentiation of needle fascicles, which progresses acropetally, takes place near the apex of the shoot. During dormancy, the female strobilus consists of a short shoot axis covered with spirally arranged compressed bracts which, at this stage, appear only like lateral outgrowths along its flanks. The whole structure is covered by short hood scales.

STROBILI

At the time of pollination, the male strobili form reddish yellow or brownish yellow clusters at the base of elongated shoots; individual strobili are about 8 to 10 mm long (5). The female strobili occur singly in lateral positions (7) or in groups of 2 to 3 in subterminal positions (6), next to the already formed, next year's vegetative bud. They are about 5 to 6 mm long with a 3 to 5 mm long, thick stalk. The bracts which are the only visible parts, are red to purple with yellow spurs (6 and 7); they stand perpendicular to the axis to allow for the entry of pollen. Despite their small size the strobili are conspicuous because elongation of needles has not been completed.

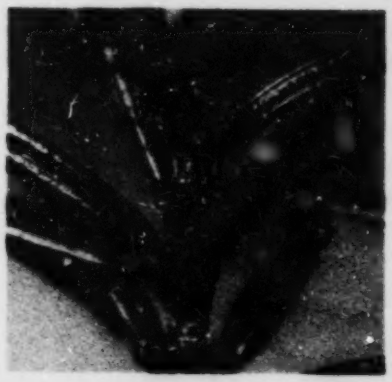
Pollination is by wind. The male strobili turn brown after pollination, wither and are shed. Within 5 to 7 days following maximum receptivity, the ovulate cones close to form a compact purple conelet. In 2 or 3 weeks, they turn purplish brown or green brown and by the end of the growing season they have grown to about 15 to 18 mm (8). By this time the scales have elongated and thickened and are the only visible parts.

Fertilization occurs about 13 months after pollination, in the late spring of the second year. The development of the seed takes about 3 months and by late August or early September the seed is mature. At maturity, the cones are 2 to 4 cm long, short-cylindrical to egg-shaped and asymmetrical at the base (9). The color changes to lustrous light brown or yellow brown.

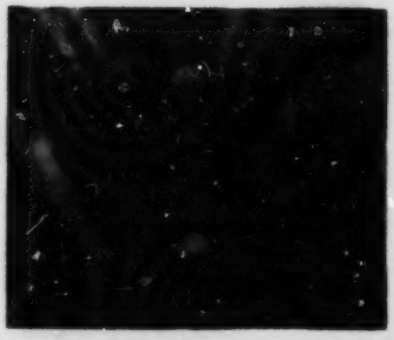
Under natural conditions, cones open on hot autumn days when there is usually little wind, so that the range of seed dispersal is not great. The seed release is only partial, as many cones remain closed and attached to the branches for many years. In this manner, large quantities of viable seed are retained.

Seeds are about 4 mm long, ovoid, reddish brown, often mottled with black (10); wings are about 12 mm long. Clean seed averages between 170 000 to 340 000 per kg.

Western Hemlock



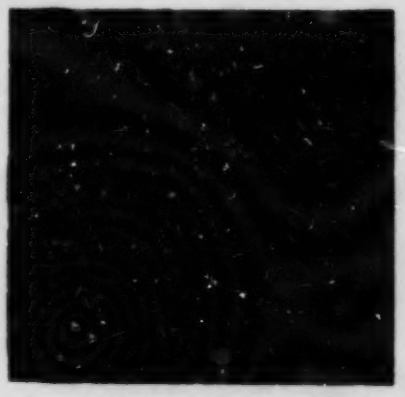
1. Vegetative buds are small and slender. They are somewhat angular in cross-section because the outer bud scales have a prominent keel.



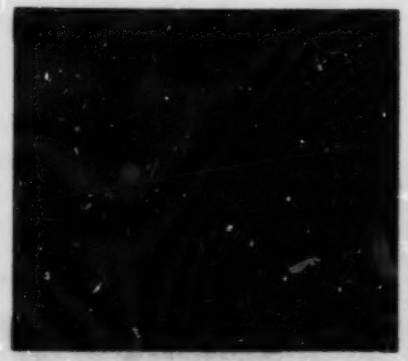
2. Female buds occur almost exclusively in terminal or subterminal position. They are spherical or oval, green and pubescent.

3. Male buds may also occasionally occur in terminal position. In such a case, they are not distinguishable from female buds by their outer appearance. Dissection and hand lens is necessary.

4. More frequently, male buds occur in lateral positions along the last year's growth.



5. In heavy crop years, male buds may occur in groups of up to 8 in subterminal position.



6. At pollination, male strobili are about 5 mm long on a thin stalk. The usual color is light purple, but may also be yellow or red. At maturity, pollen sacs are yellow.

7. Female buds are about 1 cm long on a short stalk. The tri-lobed bracts are light blue or light purple; behind them protrude dark-blue ovuliferous scales.

8. The cones are about 25 mm long and 10 mm wide. There are about 7 seeds per cone and 80,000 cones per hl.

9. Seed size is variable. Number of seeds varies from about 0.5 to 1.3 million per kg.

Western Hemlock

***Tsuga heterophylla* (Raf.) Sarg.**
by S.Ers and D.Craigdallie

Western hemlock is a prolific seeder. Seed bearing usually starts between 25 and 30 years of age and some seed is produced every year, with heavy seed crops every 3 to 4 years.

As soon as the buds are formed in summer, their function, whether vegetative or reproductive, can be recognized from their outer appearance, the position on the shoot and the position in the crown.

As in most conifers, in light crop years, female buds occur mainly at the top of the crown and male buds in the middle and lower parts of the crown. In heavy crop years, and especially on open-grown trees, buds of both sexes may occur throughout the crown. The more vigorous shoots in distal positions bear female buds, while those of lower vigor in proximal positions bear male buds.

BUD DESCRIPTION

Even in heavy crop years, most terminal buds are vegetative (1). On vigorous primary branches, they are about 3 to 4 mm long and on secondary lateral branches, about 2 mm long. They are somewhat angular in cross section as a result of the slightly keeled outer bud scales. The bud scales are light brown to dark green and covered with fine hair, like the young shoots. The dormant vegetative bud consists of 20 to 26 bud scales enclosing the next year's growth. The bud is usually obscured by several short needles.

The female buds occur in terminal positions (2). They are borne singly or, rarely, in groups of 2 or 3. They are ovate to obovate and about 3 to 5 mm long and have 20 to 26 bud scales. The outer bud scales are green to light brown, covered with fine hair and extend about three-fourths the length of the bud. Protruding inner bud scales are slightly darker brown, smooth and shiny. Soon after the buds are formed, during the first half of August, bract initiation proceeds up the flanks of the apex and, by the end of August, ovuliferous scales are initiated. During the dormant period, the lateral lobes of the scales overlap the margin on the bracts.

In poor crop years, some male buds may also occupy the terminal positions (3). However, they more typically occupy lateral positions, sometimes singly, but usually as groups of 2 to 4 at the base of last year's shoot (4) or a short distance below the terminal bud (5). They are ovate or obovate and about 2 to 3 mm in length (4). The bud scales are fewer than on female buds, rarely exceeding 20. The outer bud scales are covered with fine hair and are light brown. The pollen cone, tightly packed within the bud scales, often enlarges enough before dormancy so that the tip of the bud is covered by only light-brown inner scales through which the green male strobilus is showing.

When bud scales are removed or the buds are cut open, bud recognition becomes easy; however, because of their small size, a hand lens may be necessary. The vegetative buds contain the next year's shoot with flanks densely covered with green, spirally arranged, unelongated needles. The dormant female bud contains a strobilus with all bracts and ovuliferous scales, although the distal ones may be poorly developed. The male bud has all microsporophylls and pollen sacs.

BUD BREAK

Initiation of activity in the reproductive buds occurs around the beginning of March, about 4 to 6 weeks before any activity takes place in the vegetative buds. In the male buds, the strobilus elongates and microsporangia develop into two rounded pollen sacs. The elongated pollen cone pushes the bud scales apart. At pollination, the pollen cone is light purple, yellowish or reddish, 4 to 5 mm long on a 3 to 4 mm long stalk (6).

Inside the female bud, the strobilus enlarges, the outer bud scales separate, and the tip which, during dormancy, was covered by brown, shiny inner bud scales, rapidly enlarges. The flanks of the female strobilus are covered with spirally arranged, light blue to purple, tri-lobed bracts, behind which protrude larger, darker blue, two-lobed ovuliferous scales (7). At pollination time, the female cones are about 1 cm long. After pollination, the scales rapidly enlarge, turn green and the cones become pendant. Fertilization takes place about 4 to 6 weeks after pollination.

The cones attain their final size in August, when they are about 2.5 cm long and 1.0 cm wide (8). The subsequent maturation involves drying and death of the vegetative tissues and gradual change of color to brown. Most seeds are released in late September and during October, but sometimes more than 50% are retained and are gradually released until the following spring. The mature seed is about 3 mm long, 1.8 mm wide and 1.1 mm thick (9), but the size range is substantial. The embryo extends about 90% of the seed length. The seed wing is about 8 to 9 mm long and 3 mm wide. The number of seed per kg ranges from about 0.5 to 1.3 million.

Yellow Cedar

1. In heavy crop years, it is not uncommon to find female and male strobili on the same branches.

2. Female strobili occur at the tips of short shoots near the tip of vigorous vegetative branches. They are about twice the size of vegetative shoot tips and are dark greenish blue or bluish gray.

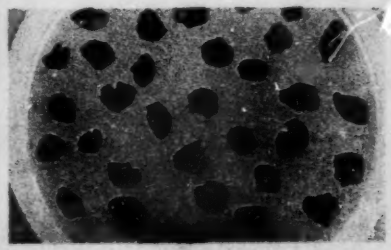
3. Male strobili enter winter dormancy in an advanced stage of development. They are egg-shaped, about 3 mm long, with green microsporophylls and yellow pollen sacs.

4. At pollination, the fused bract-scale structure separates and exposes the tips of ovules.

5. One-year-old cones are already fully grown. However, they are green and soft to pressure.

6. One-year-old cones are easy to cut. The section is light colored, the seeds small, white and soft.

7. At the end of the second growing season, the cones are hard and brown, with prominent ridges between the scales. There are about 130.000 cones per hl.



8. The seed is about 5 mm long, dark brown with light-brown wings. There are only 7 seeds per cone and about 230.000 seeds per kg. Viability of seed is very variable.

Yellow Cedar

Chamaecyparis nootkatensis **(D. Don) Spach**
by S. Eis and D. Craigdallie

Yellow cedar occurs at high elevations and cool northern slopes. In its natural range, it is rarely a prolific seed producer, though it usually produces some seed every year. Good crops are infrequent and at irregular intervals. In light crop years, female cones are produced on the upper, vigorous branches of the tree, while less vigorous lower branches bear male cones. In heavy crop years, male and female strobili may occur on the same branch: the tip remains vegetative, while short shoots near the end of the main branch bear female strobili and long, proximal shoots bear male strobili.

Yellow cedar does not produce buds or bud scales. Instead, the vegetative apex is enclosed by overarching scale-like leaves and leaf primordia in various stages of development (1). The reproductive structures are produced by a gradual transition of vegetative shoot tips into reproductive tips (2 and 3).

STROBILI

Male strobili (1) are usually far more abundant than female strobili (2) and, in heavy crop years, may occupy almost all the tips of shoots. A new, lateral tip develops a short distance below the male strobilus and, after pollination, when the strobili are shed, grows vegetatively for a few weeks. This new shoot may remain vegetative or produce a male strobilus in the next crop year.

As in all conifers, the initiation of the reproductive structures takes place in summer of the year preceding pollination. At the onset of winter dormancy, the male strobili (3) are egg-shaped and about 3 mm long. The microsporophylls are completely exposed, green to light green, with usually 2, but occasionally 3, microsporangia (pollen sacs) attached to the basal side and extending beyond the microsporophylls. The microsporangia are yellow because pollen is in an advanced stage of development.

Female strobili (2) are produced at the tips of newly formed, short lateral shoots close to the main shoot tip of a branch. Their initial development differs little from the development of male strobili except that no branching takes place, thus these lateral shoots are eliminated for future growth or seed production. During winter dormancy, newly initiated seed cone (2) is about 2 to 3 mm long and the fused bract-ovuliferous scale structures that cover the cone are black. There are usually 3 ovules in the axil of each of the first pair of bract-scales. Occasionally, a second pair of bract-scales is present.

FLUSHING

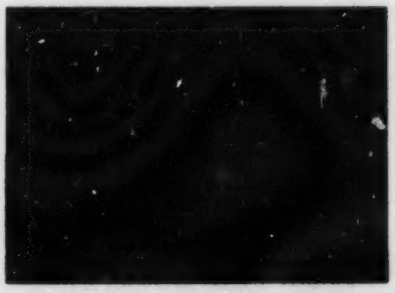
Little development takes place during the winter. In early spring, the axis of the male strobilus elongates and the pollen sacs enlarge, giving the strobilus a bright yellow color. Pollination takes place during late April. At that time the fused bract-ovuliferous scales structures separate (4), exposing the tips of the ovules. Fertilization occurs in late summer, about 3 months after pollination. By October, the embryo development stops. By this time the cones attain almost their mature size, 7 to 12 mm in diameter (5). They are round, green to purplish green, soft to finger pressure, and the seeds (6) are small, soft, white and immature. They will not germinate, though they usually contain an embryo. At this stage the cones enter winter dormancy.

Embryo development continues in the following spring and by late August of the second year the cones and seeds mature. The cones turn first yellow green and later brown to reddish brown and the lines between the scales become distinct and raised (7). Seed (8) are about 5 mm long, dark brown with light-brown wings, dry and hard. Unlike most other conifers, seed wings do not develop from the ovuliferous scale, but are thin lateral extensions of the seed coat and give the seed an oval shape. Most seeds are shed in late October, but some not until mid-winter.

The seed is variable in size, 150 000 to 400 000 per kg. Germination is usually low and stratification before sowing is recommended.

Larches

1. Vegetative buds are ovate; the remains of the last year's needles usually cover most of the bud.



2. Male buds are hemispherical or broadly ovate and larger; and the bud scales protrude out of needle remains.

3. Female buds are the largest, ovate, and protrude most out of the remains of needles.

4. Needle primoria inside a vegetative bud are green and appressed.

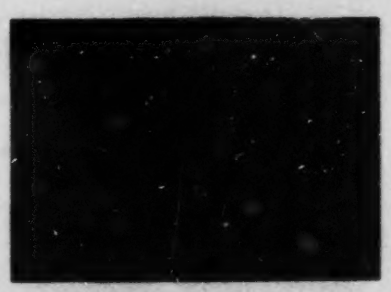
5. Microsporophylls are leaflike with yellow pollen sacs on the abaxial side.

6. Bracts and scales are green, leaflike double structures, though the scale may be small.

7. At pollination, the male cones elongate, thus, separating the microsporophylls.

8. In female cones, the bracts separate to allow for the entry of pollen.

9. At maturity, the color of the cones changes from green to brown.



10. The seeds are triangular and light brown to reddish brown.

Photos 4, 5, and 6 - BCMF

Larches

Western Larch, *Larix occidentalis* Nutt.
Alpine Larch, *Larix lyalli* Parl.
Tamarack, *Larix laricina* (Du Roi) K. Koch

by S. Eis and D. Craigdallie

All three species of larch, which are indigenous to Canada, occur in British Columbia. Since there are only a few minor differences between the species, the reproductive structures described are based on the most common—the western larch.

On larches, cones are usually scattered throughout the non-shaded part of the crown. However, as in most conifers, female reproductive structures are more frequent in the upper part of the crown, whereas male reproductive structures occur usually on less vigorous branches in the central or lower regions. Reproductive structures are produced on spur shoots that have changed from the vegetative function (i.e. production of needles) to the reproductive function (i.e. production of strobili). Because spur shoots develop during the second growing season from buds in the axils of needles on new shoots, the strobili are produced on the shoots during the third or subsequent growing seasons and are never near branch tips.

BUD DESCRIPTION

During winter dormancy, vegetative buds (1) are 3 to 4 mm wide and 2 to 3 mm high and, on their short spur shoot, they look broadly ovate. The pubescent, light gray to light gray-brown bark of the spur shoot resembles outer scales. The remains of the appressed previous year's needles appear to overarch the vegetative bud and obscure brown, glabrous, feather-like, and somewhat resinous bud scales. The inner scales are membranous. The dormant pollen-cone or male buds (2) are about 4 mm wide and 3 mm high, and hemispherical or broadly ovate. The brown bud scales protrude much more through the remains of needles than on the vegetative bud. The seed-cone or female buds (3) are 4 to 5 mm wide and 4 to 5 mm high. Since they are longer, they protrude more above the remains of the needles than the male buds. Including the spur shoot, they appear ovate to narrowly ovate.

When the bud is cut open or the scales removed, recognition is easy. A vegetative bud (4) consists of a compressed axis, covered with unelongated, pointed, boat-shaped, green needles. The whole structure is less than 2 mm long, but, because of the small size of the bud, the cavity is entirely filled.

The male bud (5) consists of a short axis densely covered with short, leaf-like microsporophylls on whose lower surface are two large, yellow-green microsporangia or pollen sacs filled with yellow pollen, in an advanced stage of development. During dormancy, the male strobilus is about 3 mm wide and 2 mm high.

The female strobilus (6) consists of a narrowly conical axis reaching almost to the top of the strobilus, covered densely with long, narrow, sharp-pointed green bracts. Each bract bears on its upper, adaxial side a rudimentary ovuliferous scale, visible only with a hand lens. However, a hand lens is not necessary to distinguish the bracts and to identify the female strobilus.

BUD BREAK AND POLLINATION

Reproductive strobili resume development during the first half of March—2 to 3 weeks before any changes take place in the vegetative buds. Vegetative buds swell around the end of March; at that time, the strobili are emerging from the bud scales. However, needles appear to be fully flushed at pollination time, which takes place during the second half of April.

Shortly before pollination, the axis of the male strobilus elongates, separating the microsporophils (7), which are now fully enlarged and about 5 to 7 mm long on short thin stalks. They are predominantly yellow, but may range from yellow-green to light orange. Pollen sacs split along the thin-walled line on the abaxial side. The pollen is wingless.

During the first half of March, rapid elongation of the axis takes place in the female strobilus as it emerges from the bud scales. By pollination, the internodes have elongated sufficiently to leave large spaces between the bracts, through which pollen enters to the ovuliferous scale. At pollination, the female strobili (8) are 12 to 20 mm long and 10 to 15 mm wide, with bracts perpendicular to the axis. Their color ranges from light green to purple or red.

MATURATION

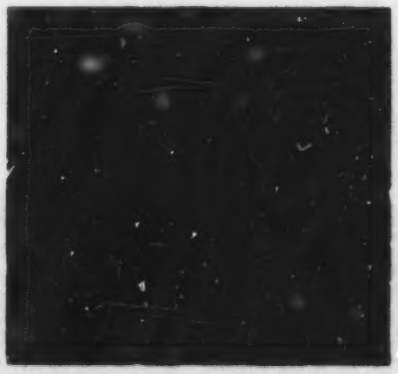
After pollination, the cones turn green and increase in size. Mature western larch cones (9) measure 20 to 30 mm in length, while tamarack cones rarely exceed 15 mm. As the cones ripen in late August or early September, their color changes from green to brown or brown-purple. Seeds are usually released in early October, but empty cones, which weather to dark brown, may remain on the trees for an indefinite period. Cone collection should take place around the middle of September. There are 10,000 to 15,000 cones per hectolitre, but smaller tamarack cones yield as many as 25,000 per hectolitre.

The seeds (10) are winged, nearly triangular in shape, 3 to 4 mm long, 2 to 2½ mm wide, and about 1.2 mm thick (although the size range is considerable) and are light brown to reddish brown. There are 250,000 to 500,000 seeds per kg, but smaller tamarack seeds may yield up to 1,000,000 seeds per kg. Germination is variable.

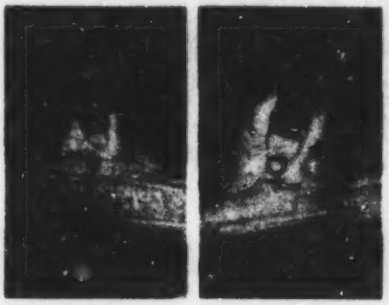
Grand Fir

1. Terminal buds are always vegetative.

2. Lateral vegetative buds are smaller than female buds and develop into short, weak shoots.

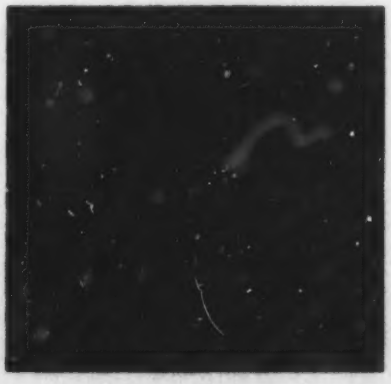


3. Female buds are upward-facing and large.



4. Inside overwintering lateral vegetative buds, the short, next year's shoots do not fill the bud cavity entirely. The cavities in female buds are filled with female strobili.

5. Male buds occur in axillary positions on the lower side of less vigorous shoots.



6. The male strobili enlarge to their full size during April and their color gradually changes to yellow.

7. Female strobili rapidly elongate during April. Only bracts are visible.

8. Cones remain upright. They disintegrate on branches during windy weather, thus, leaving a spikelike axis.

9. The seeds are triangular to oblong and brown or tan.

Grand Fir

Abies grandis **(Dougl.) Lindl.**
by S. Eis and D. Craigdallie

Grand fir starts to produce cones around 50 years of age. After that, the crops are fairly frequent (often every second or third year), though the number of cones is rarely great.

The position of the buds is the best distinguishing feature for the identification of their probable function. The terminal buds are always vegetative (1). Seed cones develop only from upward-facing axillary buds (3) in the top of the crown, whereas pollen cones develop only from axillary buds on the underside of less vigorous branches in the lower part of the crown (5).

Primordia capable of developing into female or male strobili are initiated every year in mature trees. Whether they develop into strobili, produce vegetative shoots, or become latent is probably determined by the preceding environmental factors. Because it is difficult to determine the pathway of development of a potential seed-cone bud from its outer appearance during dormancy, dissection is recommended.

BUD DEVELOPMENT

During dormancy, the vegetative buds (1) are spherical to oval, about 3 mm in diameter, and usually covered with a layer of resin. Terminal vegetative buds (1) have about 35 bud scales; lateral buds, only about 25. Dormant vegetative buds (2) contain a dome-shaped apex about 1.5 mm wide and 1 mm high, with all the next year's growth already initiated (4). Outer bud scales are dark green, brown-green to brown, and leathery, while inner bud scales are green, membranous, and translucent.

Seed cones develop singly or in groups of 2 or 3. During dormancy, the female strobili fill the bud cavity entirely (4). By that time, they are about 2.5 mm wide, 4 mm long, and have all bracts and most of their ovuliferous scales. The spherical to ovoid resin-encased buds are about 7 mm wide and 8 to 10 mm long.

On branches bearing female buds, usually some buds develop only rudimentary zonation; these usually abort. Other buds, identical to female buds in position and outer appearance, initiate only needle primordia and, eventually, produce only short, non-vigorous, vegetative shoots.

Male buds (5) develop from apices in the axils of most of the needles on the abaxial (lower) side of less vigorous shoots. They are smaller than vegetative or potentially female buds and, in late summer, they are dome-shaped. Before dormancy, they increase in size and become spherical. Dormant pollen-cone buds range from light green to blue, blue-black, or brown, are oval or spherical, 3 to 4 mm in diameter, have about 20 bud scales, and are usually covered by a thin layer of resin. Dormant male strobili inside them are about 2 mm long, green to dark green, and have all of their microsporophylls and microsporangia for the next season.

On branches bearing pollen cones, many buds develop only a few bud scales, after which they remain inactive.

BUD BREAK

Around the middle of March, cell division begins in the male and female strobili. The male strobili enlarge first and the buds burst around the beginning of April—2 weeks or more ahead of the female buds and about 3 weeks ahead of vegetative buds. The male strobili (6) are at first purple, orange, or bluish red, but, as the microsporangia enlarge, the color gradually turns light green and then yellow. Pollen is shed about 3 weeks after bud burst. While strobili are shed during fall and winter, the receptacles persist on the twigs for many years.

After bud burst, female strobili (7) rapidly elongate. The bracts increase in length about sixfold over the dormancy size. The elongation of the strobilus axis separates the bracts and, at this stage, around the end of April, female strobili are presumably fully receptive to pollen. Weather permitting, pollen dispersal takes place, usually as soon as this "open stage" is reached. During pollination, the female strobili are about 25 mm long, light green to blue-green or purple-green, and stand erect. After pollination, the bracts reflex upward and become tightly appressed to the side of the cone.

Soon after the receptive stage, the bracts are overgrown by the ovuliferous scales. As a result, the color of the strobili changes from yellow-green or purplish green of the bracts to the gray, dark blue or deep purple of the ovuliferous scales. The cones (8) remain upright. The maximum cone size, about 6 to 7 cm in length and about 3 cm in diameter, is achieved by early or mid-July. During August, the cones gradually turn brown.

Cones dry out and scales abscise from the axis, allowing the cones to disintegrate as branches are disturbed by the wind. Seed dispersal occurs in late September or early October, leaving the spike-like cone axis, which may persist on the tree for several years.

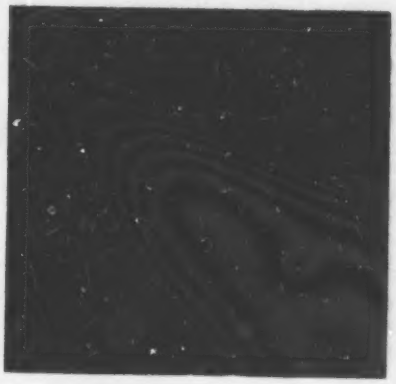
Mature seeds (9) are typically triangular to oblong, about 6 to 7 mm long, 4 mm wide, 2 mm thick, with large wings. The rather soft seed coat is brown, gray-brown, creamy brown, or tan. Most of the seed is filled with fleshy endosperm and a well-developed embryo may extend the full length of the endosperm. There are 700 to 1,200 cones per hectolitre, yielding about 3 to 4 kg of seeds, with 30 to 60,000 seeds per kg. Germination is extremely variable, 20 to 65 per cent, averaging about 50 per cent.

Interior Spruces

1. Vegetative buds are small and completely covered with green outer scales.

2. Vegetative buds have a large cavity and spirally-arranged needles on a short axis.

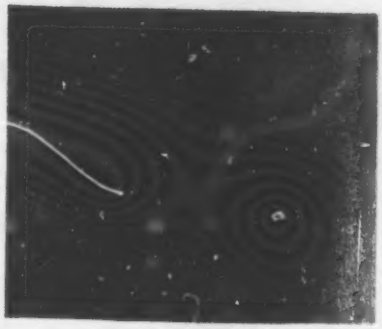
3. Male buds are broad in the midsection.



4. Microsporangia fill the bud cavity.

5. Female buds are broadest near the base.

6. Bracts and scales are easily recognized as double structures.



7. By pollination time, microsporangia have developed into rounded pollen sacs.

8. During pollination, the female strobilus stands erect with scales perpendicular to the axis to allow for the entry of pollen.

9. Only cone scales are visible, since the bracts finished their development by pollination.

10. Seeds are about 2.5 mm long, pale brown, and glossy.

Interior Spruces

White Spruce, *Picea glauca* (Moench) Voss
Engelmann Spruce, *Picea engelmanni* Parry

by S.Eis and D.Craigdallie

White spruce and Engelmann spruce hybridize freely wherever the ranges of their distribution overlap, and they are frequently referred to collectively as "interior spruce". Except for cones, their reproductive structures differ only in minute detail and, for the purpose of this publication, they will be treated together.

Interior spruces are sporadic cone producers, good crops occurring about once in 6 years, with usually one or two light crops in between. Cone production starts around 40 years of age, but there is a considerable variation, dependent on the site. As in most conifers, the female reproductive structures occur at the top of the crown and male structures around the middle, with considerable overlap in heavy crop years, when reproductive buds may occur in any position on the shoot. Reproductive buds occur mainly in terminal and subterminal positions, thus ending the terminal shoot growth. This eventually results in seed-producing trees having an irregular and distorted crown shape.

The initiation of the reproductive process in the buds takes place early in the growing season, but buds can rarely be recognized as reproductive before about the middle of September, unless a microscope is used. The development continues until winter dormancy, and recognition becomes progressively easier, especially if the bud is cut open or the bud scales are peeled off.

BUD DESCRIPTION

Bud size generally decreases with distance from the tip of the branch. During winter dormancy, the vegetative buds (1) are smaller, 4 to 6 mm in length, and dome shaped, while the reproductive buds (3 and 5) are larger, 5 to 8 mm, and ovate to obovate. The outer scales on all buds are thick and green and cover the vegetative buds completely. In the reproductive buds, the inner brown and glossy membranous scales protrude over the upper portion of the bud. Female buds (5) are usually more pointed than the male buds (3) and are broadest near the base; the male buds (3) are broadest in the middle. It is often difficult to recognize the sex of the reproductive buds from their outer appearance, and dissection and examination of the appendages with a hand lens may be necessary.

A vegetative bud contains a large cavity (2) and, at its base, a small mound of sharp-pointed, green needle primordia spirally-arranged around next year's shoot. The needle primordia are oblique-angled in cross-section. In contrast, the strobili in reproductive buds (4 and 6) usually completely fill the cavity. In a female strobilus (6), the spirally-arranged appendages are also green, but they are larger and easy to recognize as double structures consisting of bracts and, in their axils, ovuliferous scales, each bearing two ovules at its upper surface. The male bud contains a pollen cone (4) consisting of a short axis covered with spirally-arranged, light green, leaf-like microsporophylls, bearing two yellow-green microsporangia at their lower surface.

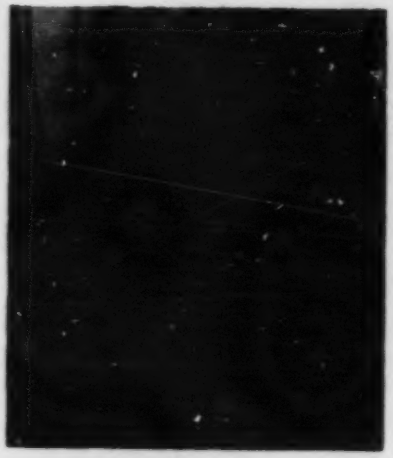
BUD BREAK

The time of bud break depends on geographic location and weather and occurs from late April to late May, with vegetative buds breaking about a week or two later than the reproductive buds. Inside the male bud, the pollen axis elongates, thus separating the microsporophylls; the microsporangia enlarge and develop into rounded pollen sacs (7). During pollination, which lasts about 8 to 10 days between the end of May and the end of June, the pollen cone (7) is 12 to 15 mm long, the leaf-like microsporophylls are yellow-green to orange or light purple, and the pollen sacs are creamy yellow. Soon after pollination, the male cone dries, turns brown, and is shed.

Inside the female bud, the seed cone elongates and ovuliferous scales enlarge. At pollination time, the seed cone (8) is 18 to 25 mm long and stands erect. The scales, standing perpendicular to the axis, are purple with light purple or orange fringes. Bracts finish their development around pollination time; they are visible, but shorter than the scales. After pollination, the female cones become pendant and turn green. Fertilization takes place about 4 weeks after poilination.

Cones reach their full size by the beginning of August. They are about 40 mm long and 12 to 15 mm wide, with only the scales visible (9). The seeds appear fully developed by the end of August. Subsequent ripening involves drying and death of the vegetative tissue with a change of color to lustrous light brown. Seed dispersal takes place in September and, by the middle of October, the cones are usually empty, though, in some years, seed is also dispersed on the snow during the winter. Mature seeds (10) are 2.5 to 3 mm long, less than 2 mm wide, and about 1.5 mm thick. The color is pale brown to brown and glossy. The seed wing is about 10 mm long and 4 mm wide, and light brown, with a dark brown stripe along one edge. There are 18,000 to 24,000 cones per hl and 8 to 20 seeds per cone. White spruce has 300,000 to 900,000 seeds per kg, while Engelmann spruce yields 250,000 to 700,000 per kg.

Ponderosa Pine



1. Vegetative buds are slender and long.

2. Male buds are arranged around the base of a vegetative bud.

3. Male strobili are ovoid, yellow or purplish yellow, and about 18 mm long.

4. Female strobili are erect and occupy a subterminal position on the current year's shoots. They are red or purple.

5. Microsporangia open along a predetermined line and pollen is released in early June.

6. Female strobili develop into conelets by the end of the first year.

7. During the second year, the cones rapidly enlarge and change color to lustrous brown or russet brown.

8. The seeds are ovoid to triangular, large, brown to gray-brown, and mottled.

Ponderosa Pine

***Pinus ponderosa* Laws**

by S. Eis and D. Craigdallie

Ponderosa pine starts to produce strobili at the age of 12 to 16 years of age, but seed production is usually sporadic. Collectable seed crops are usually produced at 4- to 6-year intervals.

As in all pines, the male and female strobili occur on the same tree and, in heavy cone crops, even on the same branch. Strobili of both sexes may be produced anywhere in the crown. They are always lateral in their position. Male strobili are spirally-arranged at the base of a vegetative bud or, in the spring, at the base of the current year's shoot. They are grouped in clusters of up to about 20 and are visible by late August. The female strobili occur singly or in groups of two to four near the apex of the current year's growth, but their presence cannot be detected without dissection until the shoot has elongated in the spring.

BUD DESCRIPTION

During winter dormancy, vegetative buds (1) consist of a sheath of spirally-arranged bud scales that enclose next year's growth. This shoot consists of an axis covered with spur shoots (needle fascicles) with compressed shoot needles. The outer bud scales are reddish brown or greenish brown, usually covered with small droplets of resin that gives them a whitish lustre. The inner scales are light brown, semi-transparent, and membranous.

If many male buds are differentiated, then the sheath, which covered them originally, is forced apart and largely shed and then appear as separate buds (2). If only a few were differentiated, then the sheath remains and the appearance is that of a large, broad, vegetative bud. The male strobili undergo considerable development before dormancy. The color of the buds is brown-green or purplish brown.

Female strobili develop entirely within the scales of the terminal vegetative bud and, because of their subterminal position on the shoot, their differentiation is delayed until acropetal differentiation of the needle fascicles takes place near the apex. During dormancy, the female strobilus is less than 1 mm long. It consists of a short shoot axis covered with spirally-arranged bracts, which, at this stage, appear only like lateral outgrowths along its flanks. The whole strobilus is covered by a few short hood-like scales.

While the vegetative buds and male strobili enter a state of dormancy during the winter and further development takes place the following spring, the female strobili continue to grow during late fall and winter.

POLLINATION

Microsporangiate strobili, emerging from the buds in spring, are usually green with a reddish tinge, but, on some trees, they may be red, pale purple, or yellow purple and this color persists until enlarging microsporangia force the microsporophylls apart. Exposed semi-transparent microsporangia, filled with yellow pollen, change the overall color to yellow or purplish yellow (3). Individual male strobili at pollination time are 14 to 20 mm long and 6 to 8 mm wide.

The megasporangiate strobili (4) appear in spring on elongating shoots in subterminal positions. They are deep purple or red with narrow orange or yellow fringes on the bracts; the scales are not visible. The female flowers, excluding a short stalk, are about 8 mm long and 5 mm wide. They stand erect to allow for pollen entry. Despite their small size, they are conspicuous because elongation of the needles has not been completed.

Pollen is mature by the end of May. During dry weather, the microsporangia (5) open along a predetermined abaxial line and the pollen is released. Pollination occurs during the next 2 to 3 weeks.

Soon after pollination, the male strobili turn brown, wither, and are shed, while female strobili close to form a compact purple conelet. This color soon changes to brown or green-brown, and the scales elongate, thicken, and become the only visible part of the cone. Female strobili (6) develop slowly during the first year, reaching about 25 mm in length by the fall. Abortion of the conelet during this period is common and believed to be due to unsatisfactory pollination.

The pollen tube initially develops rapidly, and then rests until spring of the following year. Fertilization takes place during June, which is 13 months after pollination. Conelets enlarge rapidly (7) and reach full size by early September; their color changes from yellow-green or light brown-green to lustrous yellow-brown, green-brown, or russet brown as the vegetative tissues die and dry out. At maturity, the cones are 70 to 90 mm long and, when closed, about 35 mm wide; when opened, they are about 50 to 60 mm wide.

Cones open during hot, dry weather in early October. The seed is heavy and the dispersal range is small.

The seeds are 7 to 9 mm long, 4 to 6 mm wide, 3 to 4 mm thick, ovoid to triangular, brown to gray-brown or pale brown, and usually mottled. The wing is boat-shaped, 18 to 28 mm long, and 8 to 12 mm wide. There are 1 to 3 kg of seeds per hectolitre of cones and 15 to 50 thousand seeds per kg. Seeds have been stored for 18 years without significant loss of viability. Germination varies between 50 and 80 per cent.

Western Red Cedar

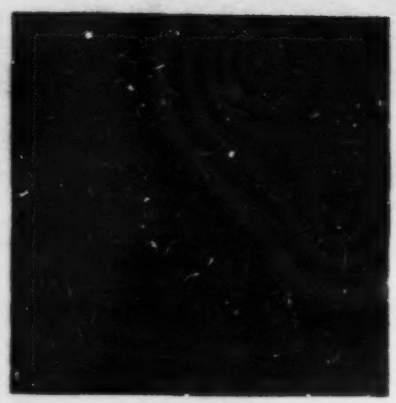
1. Western red cedar does not produce buds. Instead, the tip is covered by leaves and leaf primordia.

2. Female strobili are oval, bluntly pointed, and brown-green.

3. Male strobili are globose, smooth, and dark brown or black.

4. The female strobilus has 8 to 12 shield-shaped bracts in opposite pairs. At pollination time, the bracts curve outward and give the female strobilus a thorny appearance.

5. The male strobilus is round and has a short stalk. The reddish yellow microsporangia are clearly visible between the brown microsporophylls.



6. The cones remain erect throughout their development. Only 3 or 4 bract-scales in the midsection of the cone bear seeds.

7. Cones may be produced in abundance throughout much of the crown.

8. Seeds are long and narrow, with a pair of papery wings. There are about 500 000 to 1.3 million seeds per kilogram.

Western Red Cedar

***Thuja plicata* Donn**

by S.Eis and D.Craigdallie

Red cedar normally starts to produce cones at the age of 20 to 30 years, but on fully exposed trees, cones may be produced a few years earlier. The cones are produced at 2- to 4-year intervals and the cone crop is normally abundant. In heavy crop years on exposed trees, the cones may be distributed throughout the whole crown.

Red cedar does not produce buds. Instead, the vegetative tip (1) is covered by leaves and leaf primordia in various stages of development. The leaves are small and scalelike; the branches are flattened and two-ranked.

SHOOT TIPS

In spring, the shoot tips start to grow about a month earlier than most other conifers. After producing several pairs of leaves, some shoot tips gradually change into rudimentary reproductive structures. The female strobili (2) are initiated near the ends of the main branches on short lateral shoots. The male strobili (3) form from the tips of somewhat longer shoots which, since the onset of growth in the spring, have produced perhaps 30 pairs of leaves and often one short lateral shoot before undergoing transition to the male tip. All the tips on a branch may undergo transition to reproductive strobili or some may remain vegetative. In this case, the vegetative tips are those near the main branch apex; and if both sexes occur on a branch, the distal tips are female strobili and the proximal tips are male strobili.

STROBILI

At the end of the growing season, the vegetative tips remain flattened, bluntly pointed, and covered with green leaves, while the appearance of the reproductive tips changes markedly. Short stalks develop above the last leaf, forcing the reproductive tips slightly above the leaves (2 and 3). The male strobili (3) are globose and have a smooth surface. The color of the outer surface of the microsporophylls gradually changes to dark brown or black. The female strobili (2) are oval, bluntly pointed, and dark brownish green to dark green.

The strobili of both sexes measure about 2 mm in length and, for positive identification before dormancy, a hand lens may be necessary. Both the microsporophylls and bracts are in pairs on the opposite side of the strobilus axis.

In each male strobilus (5), there are 6 to 10 microsporophylls. They are broadly shield-shaped and their bases stand perpendicular to the strobilus axis, with the tips sharply bent to overarch the apex. Each microsporophyll has three reddish microsporangia attached to its abaxial (lower) side.

In each female strobilus (4), there are 8 to 12 shield-shaped bracts. They are similar but somewhat narrower than the microsporophylls in the male strobilus. They stand at an acute angle to the strobilus axis and their tips overarch the apex with a gentle curve. Each bract has, on its adaxial side, a rudimentary scale which remains fused with it; and the rudimentary scale bears, on its adaxial side, two or occasionally three ovules. Of the six pairs of fused bract-scale structures, the proximal (bottom) pair and one or two distal (top) pairs are only partially pigmented; only the three or four pairs at the centre give the cone the green-brown or dark green color. At the end of winter dormancy, the tips of the bracts curve outward, giving the female tip a thorny appearance (4).

Soon after the end of winter dormancy, the male cone axis elongates, separating the microsporophylls (5). The microsporangia enlarge and become clearly visible as reddish yellow lines between the microsporophylls. In the female cone, the axis also elongates, the bract-scales become reflexed to expose the axilliary ovules, and the scale margins curve inward to form a funnel directing the pollen toward the ovules. Of the five or six pairs of the bract-scales, only the three or four pairs in the centre of the cone produce fully developed ovules.

Pollination takes place during a 1- or 2-week period in March. Around that time, meiotic division occurs in the megaspore mother cell. Soon after pollination, the bract-scales elongate and thicken, sealing ovules inside the cone.

FERTILIZATION

The female gametophytes mature during the last week of May; the cones are green and nonwoody and the ovules enlarge to their full size. The pollen, which had been sealed inside the cone, germinates and the pollen tube penetrates into the archegonium. The body cell divides, producing two male gametes. Fertilization normally occurs the last few days of May. By mid-August, fully developed embryos are about 3 to 4 mm long.

Female cones remain erect throughout their development (6). In August, their color changes from green to yellow to cinnamon brown as the tissues dry out. The cones (7) are 12 to 18 mm long and, when closed, 4 to 6 mm wide. Most cones open during the first half of October. Cones that open earlier usually have been damaged by insects.

SEEDS

Mature seeds are 4 to 5 mm long, about 1.5 mm wide (8), and eliptical in cross section, with two papery wings about 1.5 mm wide around the seed. In most other conifers, the seed wing develops from the adaxial side of the scale; in the Cypress family, the seed wing develops as a lateral extension of the ovule.

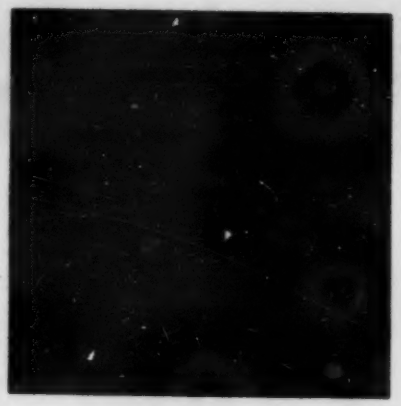
While there are 50 000 to 130 000 cones per hectolitre, they yield only about 150 000 to 500 000 viable seeds. The number of viable seeds per cone is usually 3 or 4. There are 0.5 to 1.3 million seeds per kilogram. A large number indicates a large proportion of them are small, flat, empty, or damaged by insects.

Sitka Spruce

1. Vegetative buds are conical and completely covered with green-brown bud scales.

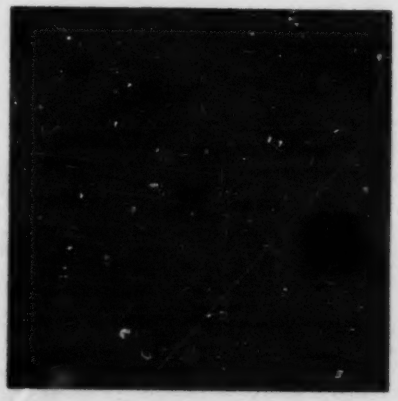
2. Male buds are oval and broadest in the midsection.

3. Female buds are also oval, but broadest at the base.



4. The male strobilus is globose and large, completely filling the bud cavity. In a vegetative bud, the cavity is not filled and the inner bud scales are loosely packed.

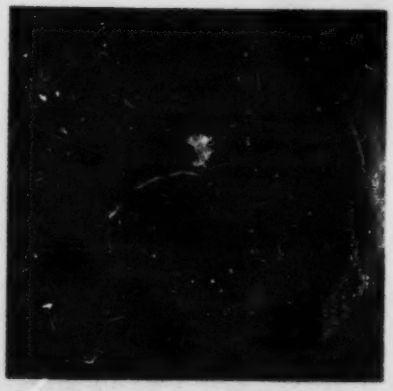
5. The female strobilus is oblong and fills the bud cavity completely.



6. At pollination, the male strobili are yellow and the axes elongate to allow for release of pollen.

7. The female strobili are green and stand erect. The scale is the prominent feature.

8. Mature cones are brown. Seed dispersal starts in early September. Most seeds are released by early October, with a small amount retained until the winter.



9. Seeds are small and light, 300 000 to 900 000 per kilogram.

Sitka Spruce

Picea sitchensis **(Bong.) Carr.**
by S.Eis and D.Craigdallie

Individual open-grown Sitka spruce trees may reach sexual maturity in about 20 years, but cone bearing in stands begins around the age of 25 to 40 years. Except for the northern portion of the range where cone crops are infrequent, good cone crops are produced in 3- or 4-year intervals, with one light crop usually in between.

Generally, vegetative (1) and reproductive (2 and 3) bud size is strongly influenced by the level at which it occurs in the crown. The higher in the crown, the more vigorous the branches and the greater the size of buds.

As in most conifers, female buds occur mainly at the top and male buds in the middle and lower portions of the crown; however, on open-grown trees in years of heavy cone crop, there may be a large overlap. Reproductive buds occur mainly in terminal and subterminal positions, thus periodically ending the terminal shoot growth (2 and 3). This will result in irregular and distorted branch shapes and deformed crowns of the seed-producing trees.

BUD DESCRIPTION

In most other spruces, the vegetative buds can be distinguished from reproductive buds soon after they form in summer. In Sitka spruce, their shapes and sizes are similar until about the middle of September. All the buds are broadly conical, greenish brown to brown, and usually covered with a "bloom" of light grey resinous crystals (1, 2, and 3). Before September, identification of reproductive buds can be made only upon dissection and the use of a hand lens.

Later in the growing season and possibly during the winter, the mounds of tissues in the reproductive buds gradually enlarge and the reproductive buds change their shape from broadly conical to oval, while no visible change occurs in the vegetative buds (1). During winter dormancy, reproductive buds can be distinguished from vegetative buds by their shape, but their sex can only be estimated from their position in the crown. Female buds (3) are about 6 to 8 mm long and oblong to oblong ovate; the male buds (2) are 4 to 6 mm long, ovate, and broader at the top than female buds. Both sexes have a pointed tip and are covered with brown or greenish brown, often glabrous, and usually resinous bud scales. However, dissection makes identification easy (4 and 5). Female strobili (5) are about 4 mm long, oblong, and green, with most of the bracts and all of the ovuliferous scales present; male strobili (4) are about 3 mm long, spherical, light green to yellowish green, and have initiated all microsporophylls and microsporangia. In contrast, the vegetative tip is about 2 mm long, dark green, and contains only needles. A hand lens makes identification easier but is not necessary.

STROBILI

The four-celled, or mature, stage of the pollen is reached by the end of April. By that time, the pollen cones have elongated, separating the microsporophylls. Mature pollen cones are 15 to 20 mm long and yellow, orange-yellow, or yellow-purple (6). Dispersal of pollen occurs around the end of April and lasts about a week.

By mid-April, female strobili gradually elongate and push out of the bud scales, and by the end of April, all but their bases are exposed above the bud scales. The internodal elongation has been completed, resulting in spaces between the bracts and ovuliferous scales through which pollen can sift down to the ovules. During pollination, the ovuliferous scales outgrow the subtending bracts (7). The receptive stage lasts about 10 days or more, since distal ovules are exposed first and proximal ones several days later. After pollination, the growth of the ovuliferous scales fills the internodal spaces and closes the cone. By mid-May, the green cones become pendant, only the broad scales showing. The empty pollen cones wither and die but may persist on a tree throughout the summer.

FERTILIZATION

Pollen germinates about a week after pollination, and by the end of May, the pollen tube has penetrated the nucellus tissue of the ovule and reached the archegonium. Fertilization usually takes place in the first week of June. Any unfertilized egg cells collapse, but by this time, even the unfertilized ovules are fully enlarged and the seed coats are well developed, forming normal appearing, but empty seeds.

By mid-June, the cones are fully elongated, 6 to 10 cm long, and closed (up to 2 cm wide). The differentiation of the tissues and maturation occurs until mid-August. In August, the cones change color from green to yellow to brown (8); dispersal of seeds starts soon after. By the end of October, most seeds have been shed but some are released throughout the winter and early spring.

SEEDS

There are 4 000 to 6 000 cones per hectolitre and sometimes more than 100 seeds per cone, though the average is much less. There are 300 000 to 900 000 seeds per kilogram. Sitka spruce seeds are difficult to distinguish from white spruce or Engelmann spruce. All are about 2.5 to 3 mm long, less than 2 mm wide, and about 1.5 mm thick (9). Sitka spruce seed is slightly flatter on one side and rounder on the opposite. At the micropylar end, it is more beak-shaped and pointed than white or Engelmann spruce seed. The seed wing is slightly larger than in the other species, being 12 to 14 mm long, 4 to 5 mm wide, more pointed at the distal end, and light brown with a darker strip along one edge.

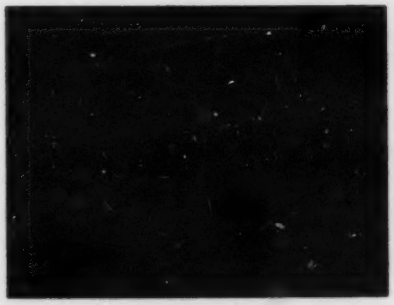
Sitka Spruce

1. Vegetative buds are conical and completely covered with green-brown bud scales.

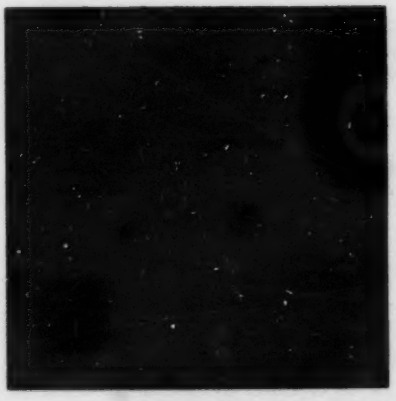
2. Male buds are oval and broadest in the midsection.

3. Female buds are also oval, but broadest at the base.

4. The male strobilus is globose and large, completely filling the bud cavity. In a vegetative bud, the cavity is not filled and the inner bud scales are loosely packed.

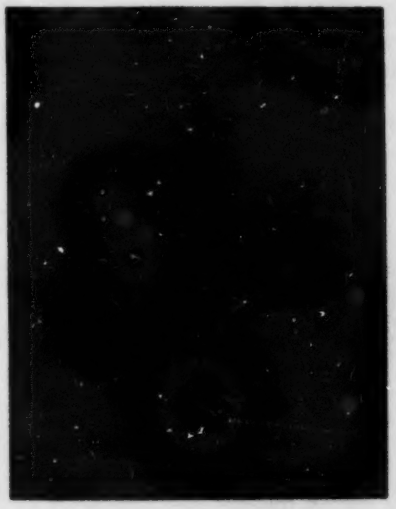


5. The female strobilus is oblong and fills the bud cavity completely.

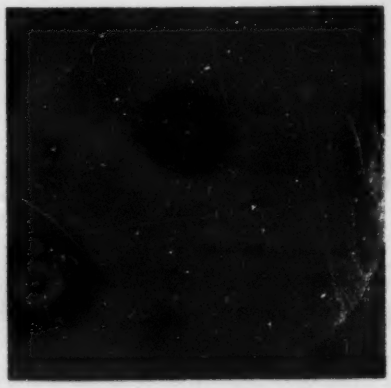


6. At pollination, the male strobili are yellow and the axes elongate to allow for release of pollen.

7. The female strobili are green and stand erect. The scale is the prominent feature.



8. Mature cones are brown. Seed dispersal starts in early September. Most seeds are released by early October, with a small amount retained until the winter.



9. Seeds are small and light, 300 000 to 900 000 per kilogram.

Sitka Spruce

Picea sitchensis **(Bong.) Carr.**

by S. Eis and D. Craigdallie

Individual open-grown Sitka spruce trees may reach sexual maturity in about 20 years, but cone bearing in stands begins around the age of 25 to 40 years. Except for the northern portion of the range where cone crops are infrequent, good cone crops are produced in 3- or 4-year intervals, with one light crop usually in between.

Generally, vegetative (1) and reproductive (2 and 3) bud size is strongly influenced by the level at which it occurs in the crown. The higher in the crown, the more vigorous the branches and the greater the size of buds.

As in most conifers, female buds occur mainly at the top and male buds in the middle and lower portions of the crown; however, on open-grown trees in years of heavy cone crop, there may be a large overlap. Reproductive buds occur mainly in terminal and subterminal positions, thus periodically ending the terminal shoot growth (2 and 3). This will result in irregular and distorted branch shapes and deformed crowns of the seed-producing trees.

BUD DESCRIPTION

In most other spruces, the vegetative buds can be distinguished from reproductive buds soon after they form in summer. In Sitka spruce, their shapes and sizes are similar until about the middle of September. All the buds are broadly conical, greenish brown to brown, and usually covered with a "bloom" of light grey resinous crystals (1, 2, and 3). Before September, identification of reproductive buds can be made only upon dissection and the use of a hand lens.

Later in the growing season and possibly during the winter, the mounds of tissues in the reproductive buds gradually enlarge and the reproductive buds change their shape from broadly conical to oval, while no visible change occurs in the vegetative buds (1). During winter dormancy, reproductive buds can be distinguished from vegetative buds by their shape, but their sex can only be estimated from their position in the crown. Female buds (3) are about 6 to 8 mm long and oblong to oblong ovate; the male buds (2) are 4 to 6 mm long, ovate, and broader at the top than female buds. Both sexes have a pointed tip and are covered with brown or greenish brown, often glabrous, and usually resinous bud scales. However, dissection makes identification easy (4 and 5). Female strobili (5) are about 4 mm long, oblong, and green, with most of the bracts and all of the ovuliferous scales present; male strobili (4) are about 3 mm long, spherical, light green to yellowish green, and have initiated all microsporophylls and microsporangia. In contrast, the vegetative tip is about 2 mm long, dark green, and contains only needles. A hand lens makes identification easier but is not necessary.

STROBILI

The four-celled, or mature, stage of the pollen is reached by the end of April. By that time, the pollen cones have elongated, separating the microsporophylls. Mature pollen cones are 15 to 20 mm long and yellow, orange-yellow, or yellow-purple (6). Dispersal of pollen occurs around the end of April and lasts about a week.

By mid-April, female strobili gradually elongate and push out of the bud scales, and by the end of April, all but their bases are exposed above the bud scales. The internodal elongation has been completed, resulting in spaces between the bracts and ovuliferous scales through which pollen can sift down to the ovules. During pollination, the ovuliferous scales outgrow the subtending bracts (7). The receptive stage lasts about 10 days or more, since distal ovules are exposed first and proximal ones several days later. After pollination, the growth of the ovuliferous scales fills the internodal spaces and closes the cone. By mid-May, the green cones become pendant, only the broad scales showing. The empty pollen cones wither and die but may persist on a tree throughout the summer.

FERTILIZATION

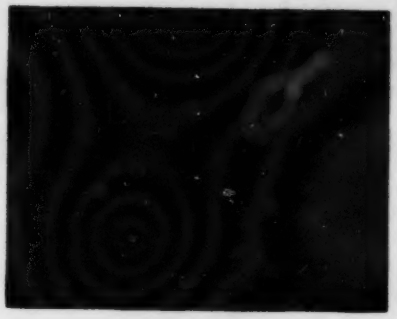
Pollen germinates about a week after pollination, and by the end of May, the pollen tube has penetrated the nucellus tissue of the ovule and reached the archegonium. Fertilization usually takes place in the first week of June. Any unfertilized egg cells collapse, but by this time, even the unfertilized ovules are fully enlarged and the seed coats are well developed, forming normal appearing, but empty seeds.

By mid-June, the cones are fully elongated, 6 to 10 cm long, and closed (up to 2 cm wide). The differentiation of the tissues and maturation occurs until mid-August. In August, the cones change color from green to yellow to brown (8); dispersal of seeds starts soon after. By the end of October, most seeds have been shed but some are released throughout the winter and early spring.

SEEDS

There are 4 000 to 6 000 cones per hectolitre and sometimes more than 100 seeds per cone, though the average is much less. There are 300 000 to 900 000 seeds per kilogram. Sitka spruce seeds are difficult to distinguish from white spruce or Engelmann spruce. All are about 2.5 to 3 mm long, less than 2 mm wide, and about 1.5 mm thick (9). Sitka spruce seed is slightly flatter on one side and rounder on the opposite. At the micropylar end, it is more beak-shaped and pointed than white or Engelmann spruce seed. The seed wing is slightly larger than in the other species, being 12 to 14 mm long, 4 to 5 mm wide, more pointed at the distal end, and light brown with a darker strip along one edge.

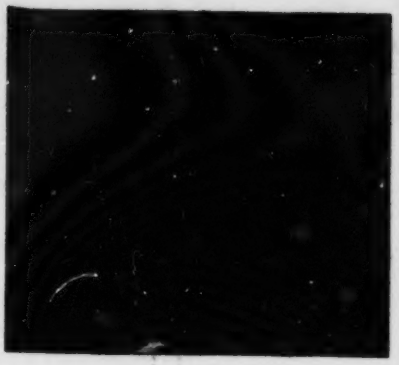
Mountain Hemlock



1. Vegetative buds are small and slender and somewhat angular in cross section, since the outer bud scales have a keel.

2. The mound of needle primordia does not fill the bud cavity and the inner bud scales are loosely packed.

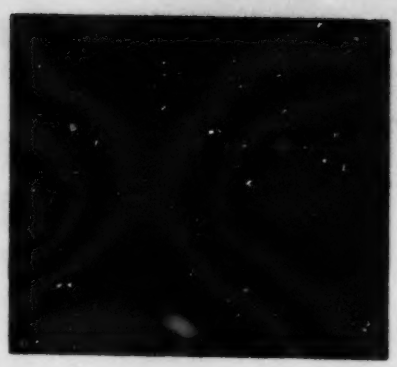
3. Female buds are ovate and somewhat larger than vegetative buds and are red to purple. The outer bud scales have a prominent keel.



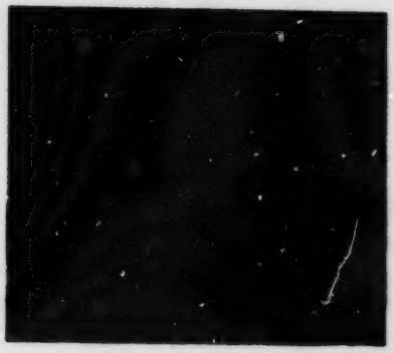
4. The female strobilus is well developed, filling completely the bud cavity.

5. Male buds occur in subterminal positions, are ovate and light brown, and have scales without prominent keels.

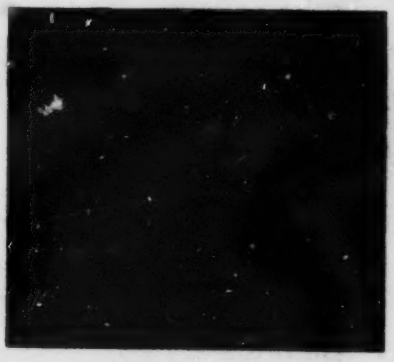
6. In winter, male buds contain a well developed strobilus which fills the bud cavity.



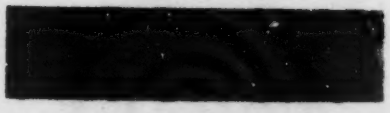
7. The male strobili are yellow and have long stalks.



8. The female strobili are erect and purple to pink and have prominent sharp-pointed bracts.



9. The cones are 40 to 60 mm long and light purple until maturity. Old cones turn grey-brown.



10. Seed size and weight are variable, ranging from 150 000 to 450 000 per kilogram.

Mountain Hemlock

Tsuga mertensiana (Bong.) Carr.

by S. Eis and D. Craigdallie

On mountain hemlock, seed production generally begins at the age of 30 or somewhat later if trees are shaded. Some seeds are usually produced every year but good cone crops may be 3 to 6 years apart.

Buds can be distinguished as soon as they are fully formed by their location in the crown, position on the shoot, and their shape and size. The female buds occur mainly at the top of the crown on vigorous branches and the male buds occur in the middle and lower portions of the crown on branches of lower vigor. However, on open-grown trees, buds of both sexes may occur throughout the crown.

BUD DESCRIPTION

Even in heavy crop years, most terminal buds remain vegetative (1). On vigorous shoots, they may be up to 4 mm long; on less vigorous branches, they may average only 2 mm. The outer bud scales are keeled and the buds in cross section appear angular. Because of the slow development of the needles inside the vegetative bud, the bud cavity is not completely filled (2) and the innermost, pale green, membranous bud scales are loosely packed. The outer bud scales are leathery, green or brownish green, and covered with fine hair (1). The whole bud is usually obscured by several short, brownish green needles.

Female buds (3) occur in terminal positions on vigorous branches, usually singly, rarely in groups of 2 or 3. They are narrowly ovate and somewhat larger than vegetative buds in similar positions, averaging 4 to 6 mm in length. During winter dormancy, the female strobilus is already well developed (4), filling the bud cavity completely and compressing the inner membranous, light green bud scales. The outer keeled bud scales are red to reddish purple and covered with fine hairs; the rapidly developing female strobilus has forced them apart, so that the lighter reddish brown, smooth scales are showing (3). The bud is almost entirely obscured by several reddish brown needles.

Male buds (5) usually occur in subterminal positions on secondary branches of lesser vigor, forming groups of 3 to 6; or occur in lateral positions, singly or in groups of 2 to 3. They are ovate or obovate and 2 to 4 mm long and have light brown or reddish brown, finely pubescent outer bud scales without prominent ridges. The strobilus fills the bud cavity completely (6), sometimes enlarging enough before dormancy so that the tip of the bud is covered only by smooth, light brown scales.

Bud recognition becomes simple when the bud scales are removed; however, because of their small size, a hand lens may be necessary. The vegetative buds contain the next year's shoot, with flanks densely covered with green, spirally arranged, unelongated, young needles (2). The dormant female bud contains a strobilus with bracts and ovuliferous scales (4). At this stage, the pointed bracts are longer than the round ovuliferous scales. The male bud contains a strobilus with microsporophylls and yellow pollen sacs (6).

POLLINATION

The male strobili have enlarged enough by mid-May to push through the bud scales, exposing the tip of the red strobilus. From mid-May on, the microsporangia enlarge and change their color to yellow, the stalk of the cone extends to about 12 mm, and the cone axis elongates (7).

In the microspore mother cell, the meiotic division with reduction of chromosomes is initiated in the fall and completed in the spring. Tetrads of microspores are present by mid-April. By mid-May, the cells separate and become rounded. By mid-June, the mature five-celled, winged pollen grains are ready for pollination.

Many male buds abort during the winter. There is no visible external difference between living and aborted buds. They can only be distinguished by cutting the bud or removing the bud scales, revealing the brown, dried-out strobilus. The aborted buds are retained on the twig and may be mistaken the following year for developing male buds.

FERTILIZATION

As female strobili emerge, they bend upward. At pollination, they are 16 to 22 mm long, erect with widely separated bracts (8). The ovuliferous scales are small and the ovules appear only as whitish swellings on their adaxial side. Pollen grains remain at the micropyle for about a month. In mid-July, the pollen tube penetrates into the female gametophyte. The broadly ovate, ovuliferous scales enlarge and thicken, filling the internodal spaces between the bracts. Fertilization occurs at the end of July. The cones bend downward. Their color remains purple or brownish purple. They are fully elongated by the end of August, being 40 to 60 mm long and 12 to 15 mm wide (9). The embryo is fully formed by mid-September.

SEEDS

Seed dispersal takes places from late September until early November. There are about 60 seeds per cone but a large proportion may be empty. The seed size varies from 2 to 4 mm long and 1.2 to 2 mm wide (10); the seed wing is 4 to 6 mm long. There are 150 000 to 450 000 seeds per kilogram, with an average of about 250 000.

Western White Pine

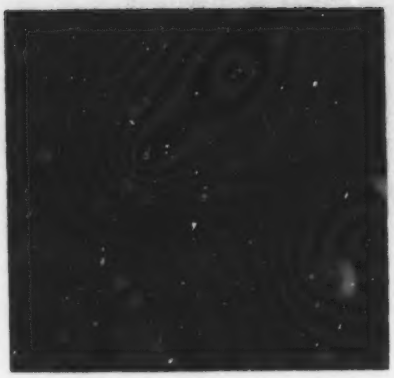
1. During the winter, all terminal buds look alike. Male strobili do not show as swellings because they are very small.

2. Male strobili are in the position of needle fascicles and visible only with a hand lens. Female strobili cannot be distinguished from branch buds until spring.

3. Male strobili are formed around the base of the current shoot, often in clusters of up to 20.

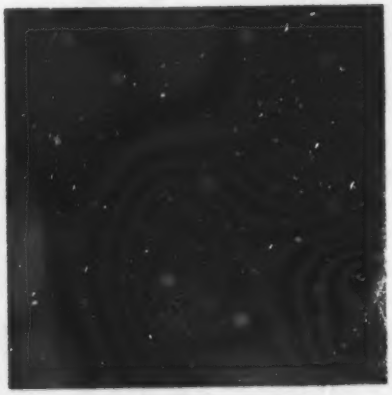
4. Female strobili occupy subterminal positions on the current shoot. They are red or pink, about 20 mm long, with a stalk approximately 15 mm long.

5. By the end of the growing season, the conelets have elongated to about 50 mm. Their color has changed to green or brown.



6. After pollination, the growth of scales seals the cone, preventing contamination.

7. The cones mature during late August of the second growing season and turn brown or light brown.



8. Seeds are large and heavy, 30 000 to 50 000 per kilogram.

Western White Pine

Pinus monticola **Dougl.**

by S.Eis and D.Craigdallie

Western white pine is generally a good seed producer. Although male and female strobili occur on the same tree, white pine is precociously female, producing female strobili at 12 to 16 years or earlier on exposed trees. Production of male strobili starts around the age of 20 years. The female strobili are produced most abundantly on vigorous shoots in the upper crown. They occur on the current year's shoots in the subterminal position, sometimes singly, but more often in groups of 2 to 4 (4). Male strobili occur in the lower and middle portions of the crown and are spirally arranged around the base of a current year's shoot in groups often exceeding 20 (3).

In pines, both male and female strobili are initiated within the vegetative buds, but in soft pines (to which white pines belong), their initiation and development is somewhat delayed. The male strobili are initiated at the end of the growing season preceding pollination and occupy lateral axilliary positions (3) where dwarf shoots or needle fascicles would otherwise occur. They are small and difficult to distinguish from needle primordia until the onset of dormancy and the vegetative bud containing them does not show any swelling at its base (1 and 2) as it does in hard pines.

The subterminal primordia, which may develop into female strobili or lateral shoots, are also initiated in autumn. Therefore, the presence of female strobili within the vegetative buds cannot be detected even with a microscope during winter dormancy because of their insufficient development; all subterminal buds appear the same.

STROBILI

The buds appear dormant until about mid-April, when the male strobili (still within the vegetative bud on the flanks of an elongating shoot) begin to grow upward; the microsporophylls become pointed and the shoots bearing male strobili emerge from the bud scales. Meiotic division takes place around mid-May and angular tetrads of microspores are formed soon after. Microsporangia, bulging with pollen, change color from green, reddish green or brownish green to yellow (3). Pollen matures around mid-June. Male strobili are about 8 to 10 mm long and about 5 mm wide.

Subterminal strobili, which remain in the rudimentary stage during winter dormancy, resume growth in early April. In female strobili, bracts are initiated acropetally by early May and reach about 3 mm in length by the time of pollination. They are cordate with irregular margins. By mid-May, ovuliferous scales are initiated in the axils of the bracts and ovules appear as small swellings on their adaxial sides. At the time of pollination, the ovuliferous scales are broad, thick, and half to three-quarters as long as the bracts (4). Female strobili are red or pink, 12 to 20 mm long, and 5 to 7 mm in diameter, with a stalk about 15 mm long, bearing a few bud scales at the base of the strobilus (4).

POLLINATION

At pollination time, the axis of the male strobilus elongates and separation along the line of dehiscence of each microsporangium allows the release of pollen. The axis of the female strobilus also elongates, separating the bracts so that pollen can sift down between the bracts to the micropyle of the ovules.

Pollination occurs around mid-June and is strongly influenced by temperature and humidity. Individual trees are receptive for up to two weeks and variation among trees may extend the pollen flight period to more than three weeks.

After pollination, the male strobili wither, die, and are shed. In the female strobilus, the enlarging and thickening of the scales effectively seals the conelet, preventing contamination (5). Scales soon become the only visible parts of the conelet (6), turning the conelet greenish brown or brown. The bracts finish their growth soon after pollination and remain within the cone as abaxial appendages to the scales. By the end of the growing season, the conelets will reach about 40 to 50 mm in length but little activity takes place, either in the pollen or the ovule, until the spring of the following year.

FERTILIZATION

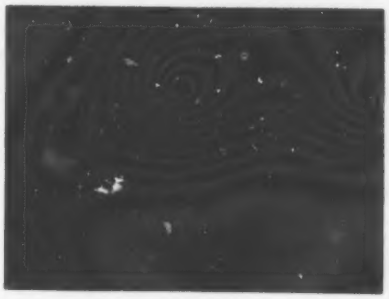
Pollen tubes resumes growth around mid-May and two nonmotile male gametes, or "sperms", are formed in early June. At about the same time, meiotic nuclear divisions occur in the female gametophyte and eventually a large number of free nuclei is produced. Fertilization occurs around mid-June, about 12 months after pollination.

Cones are fully developed by early August (7). They are 10 to 25 cm long, 2 to 3 cm in diameter, and green, purplish-green, or dark purple. By mid-August, distinct meristematic regions appear in the embryo, hypocotyl, or rudimentary root in the proximal region and the shoot axis in the distal region. In late August, the cotyledons are produced from the short shoulders of the shoot. The incidence of ovules or embryo abortion during development is low.

SEEDS

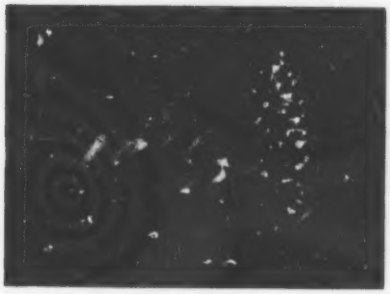
In early September, the cones begin to dry out and change color to dark beige, brown, or purplish brown. Seeds are shed in late September and early October. There are 250 to 350 cones per hectolitre and each cone yields about 200 seeds, most of them well filled and viable. Seeds (8) are 5 to 7 mm long, 3 to 4 mm wide, and about 2 mm thick. They are light to dark brown, often darkly mottled. Seed wings are 18 to 26 mm long, 6 to 7 mm wide, brown, and darker along the straight edge and tip. There are from 30 000 to 55 000 seeds per kilogram.

Red Spruce

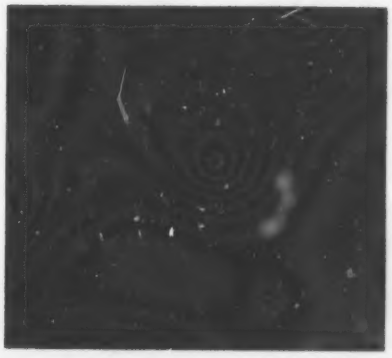


1. Microstrobili push bud scales aside as they grow out in the spring.

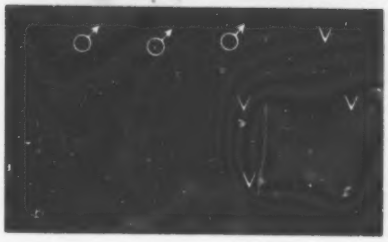
2. Each microstrobilus grows erect.



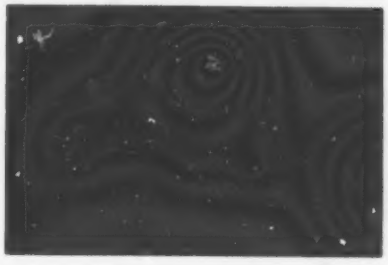
3. Microsporophylls spread apart and the microsporangia they carry split to shed their pollen.



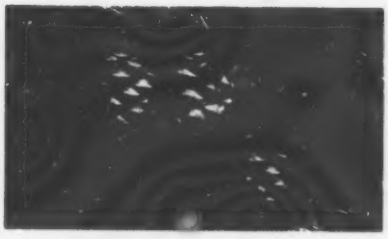
4. After shedding pollen, microstrobili shrivel as they dry; later they fall.



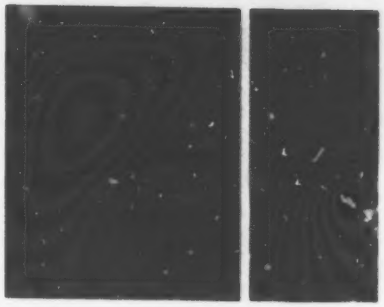
5. and 6. Vegetative buds are conical; megastrobilus buds are ovoid-conical, often with smooth bud scales showing near their apices; and microstrobilus buds are globular-conical.



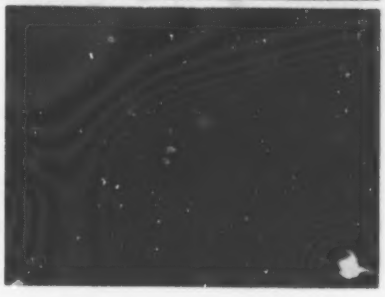
7. A full-grown maturing megastrobilus is greyish or greenish in color, but with pinkish-brown hues which darken as ripeness approaches.



8. Open mature megastrobili are ovoid and reddish brown.



9. Megastrobili at the receptive stage range in color from greenish through pink to purple. Small bracts subtend the larger reflexed ovuliferous scales which serve to direct pollen into the interior of the structures.



10., 11., and 12. The ovuliferous scales bend upwards to close the growing megastrobilus (10) which then turns through a horizontal position (11) to become pendent (12).

13. Seeds are equipped with a terminal wing attached to the seed in a clasping manner; the wing detaches readily.

Red Spruce

***Picea rubens* Sarg.**

by G.R. Powell

Stand-grown red spruce starts to produce strobili about 30 years from release, but vigorous, open-grown trees may produce strobili from 15 years of age. Healthy trees bear large crops of strobili at intervals of 2 to 8 years. Megastrobili occur in the uppermost parts of the crown, and microstrobili in a zone below this—sometimes extending to the base of the crown in open-grown trees.

BUDS

Terminal and lateral buds are initiated before the shoots on which they form burst from their buds. Bud differentiation occurs when shoots stop elongating. Buds in either terminal or lateral positions may differentiate reproductively (6), but whether or not terminal buds do so depends on the relative vigor, and position on the branch, of the shoot on which they occur. On relatively vigorous shoots in either the megastrobilus or microstrobilus zone, the reproductive buds tend to be proximally or medially situated, but on relatively weak shoots they tend to be distally or terminally situated (5, 6).

The zonal and on-shoot patterns of bud distribution are helpful in identifying buds of different types because the types of buds are not very distinctive (5, 6). Overwintering vegetative buds are broadly conical, megastrobilus buds are ovoid-conical and microstrobilus buds are globular-conical. Bud sizes vary with position and shoot vigor, so are not particularly helpful, but microstrobilus buds tend to be smaller than megastrobilus buds.

Internally, the buds are readily distinguishable. The shoot primordium in a vegetative bud has uniformly green, blunt-tipped leaf primordia arranged in spirals around its axis. The megastrobilus has broad, green bracts arranged in spirals around its axis. Each bract has a whitish ovuliferous scale, about the same size as the bract, on its adaxial surface. The smaller, and more globular microstrobilus has broad, green microsporophylls arranged in spirals around its axis. Each microsporophyll has two whitish microsporangia on its abaxial surface. So, although both strobili have green and whitish coloration, the arrangement of the structures of different colors is reversed.

BUD BURST AND RECEPTIVITY

As the reproductive buds begin to swell 4 to 6 weeks before they burst, the two kinds become more distinctive. The megastrobilus buds become more long-pointed as smooth, inner bud scales become visible near the buds' tips, and the microstrobilus buds become more globular and then ovoid-cylindrical. When the microstrobilus buds burst, the bud scales tend to be pushed aside (1); whereas, when the megastrobilus buds burst, a cap of bud scales is frequently carried upward by the growing megastrobilus.

The microstrobili grow rapidly to erect lengths of 15 to 23 mm by axial extension within and below the strobili (2, 3). The erose-margined, leaflike but yellowish to purple, upward-oriented, tips of the microsporophylls are spread apart (3) and the yellow microsporangia on their proximal abaxial surfaces split to shed pollen. The microstrobili then shrival (4), turn brown and eventually abscise, leaving the bud scales on the shoots.

The megastrobili grow erect rapidly, and concurrently the ovuliferous scales grow upward and outward and their tips become reflexed as the stage of full receptivity is reached (9). The megastrobili range from 15 to 24 mm long and from 10 to 14 mm wide, and are ovoid-cylindrical at that time. A small greenish or reddish bract occurs beneath each ovuliferous scale. The scales range in color, by tree, from green (occasionally) to pink and to purple with a bluish bloom. Pollen enters the megastrobilus through the openings between the scales and is channelled to the paired outgrowths of the integuments which are oriented downwards over the inner margins of the ovuliferous scales. Continued growth and thickening of the ovuliferous scales, and especially upturning of their tips closes the openings in the megastrobilus and ends the period of receptivity (10).

MEGASTROBILI AND SEEDS

As the megastrobili close, their color changes as the greyish abaxial surfaces of the ovuliferous scales are exposed. Then the axis at the base of the strobilus bends and the megastrobilus becomes first horizontal (11), and then pendent (12). It is at about the horizontal stage that vegetative buds burst. Megastrobilus growth continues until mid-July. By about the end of June, the ovules reach full size, fertilization occurs, and embryo development follows in fertilized seeds. The full-grown megastrobili are dull greyish or greenish (7), 25 to 45 mm long and 13 to 24 mm wide. In August and early September, they gradually dry and turn reddish brown. Then, the scales bend outwards in dry weather, thus opening the strobili and permitting seed dissemination (8). About 75 percent of the seed falls within 8 weeks of strobilus ripening; the rest falls over a more protracted period into the winter. The megastrobili usually fall within one year of ripening.

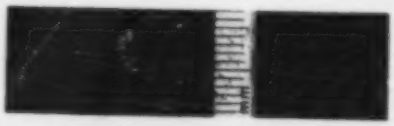
Red spruce seeds are 2 to 3 mm long and 1 to 2 mm wide. A pale brown wing, 8 to 10 mm long, is attached to each seed in a clasping manner, but is easily and totally detached (13). Empty "seeds" have less mass than full seeds and are therefore removable by mechanical or flotation procedures. Thus, lots of cleaned seeds can contain mostly full seeds. On average, there are 306 000 seeds per kg.

Balsam Fir

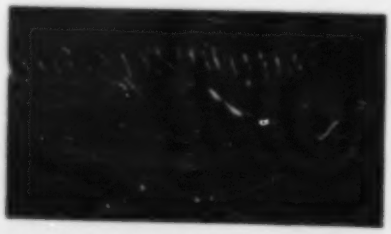
1. Microstrobilus buds occur in large numbers on the abaxial surfaces of shoots in the microstrobilus zone of the crown.

2. After bud burst, microstrobili range in color, by tree, from bluish purple through purple, red, and orange to yellow.

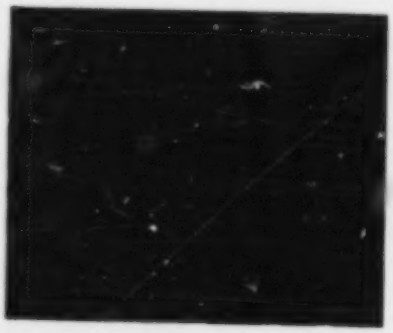
3. As pollen is shed, the axes of the microstrobili elongate to carry the strobili clear of the bud scales. The strobili then shrivel and gradually abscise.



4. Seeds are equipped with purple or brown terminal wings held in wrap-around fashion. This and pockets of resin between wing base and seed make complete removal of wings impracticable; instead, only the blades of the wings are broken off.

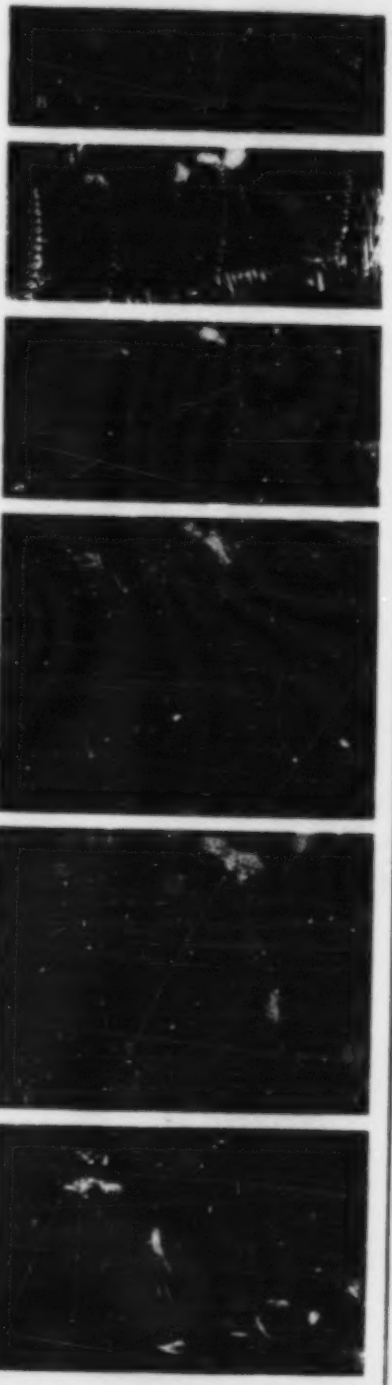


5. Large, broadly ovoid-conical megastrobilus buds occur in axils of only a few leaves on adaxial shoot surfaces.



6. Megastrobili burst through their bud scales by pushing the latter aside.

7. Receptive megastrobili are usually yellowish green. Large bracts, which subtend small ovuliferous scales, serve to direct pollen into the interior of the structure.



8. to 13. Megastrobili remain erect throughout their development. The receptive stage (8) ends as ovuliferous scales grow out between the bracts (9) which are overgrown (10) as growth to full strobilus size (11) occurs. Resin is exuded near the strobilus tip. The strobili dry, the scales spread apart (12) and are then shed, with the seeds (13), leaving the upright, woody axes on the shoot.

Balsam Fir

Abies balsamea **(L.) Mill.**

by G.R. Powell

Stand-grown balsam fir starts to produce strobili about 30 years from release, but vigorous, open-grown trees may produce strobili from 15 years of age. Healthy trees tend to bear strobili biennially. Megastrobili are borne on the upper 3 to 6 whorls of nodal branches and on the internodal branches between, and microstrobili are borne in the 1 to 4 m of crown below this. These zones are usually separate, but may overlap slightly when crops are heavy.

BUDS

All buds are initiated before the shoots on which they form burst from their buds, but differentiation occurs when shoot elongation ceases. Buds in any position may fail to differentiate and remain latent. Terminal and subterminal buds only differentiate vegetatively, so reproductive buds are always laterally situated. Lateral buds in the megastrobilus zone arise on adaxial surfaces of the shoots in axils of only a few leaves. Commonly, 1 to 3 megastrobilus buds form per shoot: they become the largest buds on the shoot (5). From late summer, these broad buds are distinguishable from the shorter, narrower, more conical, lateral vegetative buds. Lateral buds in the microstrobilus zone arise almost exclusively on the abaxial surfaces of the shoots in axils of most of the leaves. They differentiate as ellipsoidal to globular microstrobilus buds, and there may be many per shoot (1).

Both megastrobilus and vegetative buds have thick masses of brown, resin-coated bud scales surrounding loosely packed, thin white or purplish inner bud scales which overarch the strobilus or shoot. Microstrobilus buds have a thin covering of bud scales. The dormant megastrobilus is 1.0 to 1.5 mm long and almost as broad. It consists of long-pointed bracts arranged in spirals around its axis, and a small apex. Each bract has an ovuliferous-scale primordium on the lower quarter of its adaxial surface. The dormant microstrobilus is less than 1 mm long and consists of short, blunt, microsporophylls arranged in spirals around its axis. Each microsporophyll has two microsporangia projecting bulbously from its abaxial surface. The primordial shoot in a vegetative bud has, spirally arranged around its axis, blunt-tipped leaf primordia devoid of surficial or axilliary structures.

BUD BURST AND RECEPTIVITY

The overwintered strobili inside the buds start expanding 6 to 10 weeks before bud burst. This soon results in swelling of microstrobilus buds, but megastrobilus buds swell only after the spaces within the buds have been occupied. Vegetative-bud swelling lags behind megastrobilus-bud swelling. Microctobilus buds burst 2 to 3 weeks, and megastrobilus buds burst (6) about 10 days before vegetative buds.

The microstrobili grow rapidly to lengths of 4 to 7 mm, and then the microsporangia split and release their pollen (3). The axis below the microstrobilus also elongates and pushes the strobilus beyond the bud scales. Before shedding pollen, the microstrobili range in color, by tree, from bluish purple through purple, reddish purple, red, and orange, to yellow (2). After shedding pollen, the microstrobili shrivel, turn brown, and abscise, leaving the bud scales on the shoots.

The megastrobili grow rapidly to erect lengths of 2 to 3 cm and then stop elongating for 4 to 8 days. These receptive megastrobili are generally pale green or yellow-green (7, 8), but some trees bear orangish or purplish megastrobili. The color is that of the bracts, which form the bulk of the receptive strobilus. The bracts are spread apart forming rhombic openings through which pollen enters. By this time integments from the ovules which have formed on the ovuliferous scales extend over the inner edges of each bract lamina and flare into downward-facing funnelform structures to which pollen adheres. Pollen shedding and reception of pollen occurs at the time of vegetative-bud burst.

MEGASTROBILI AND SEEDS

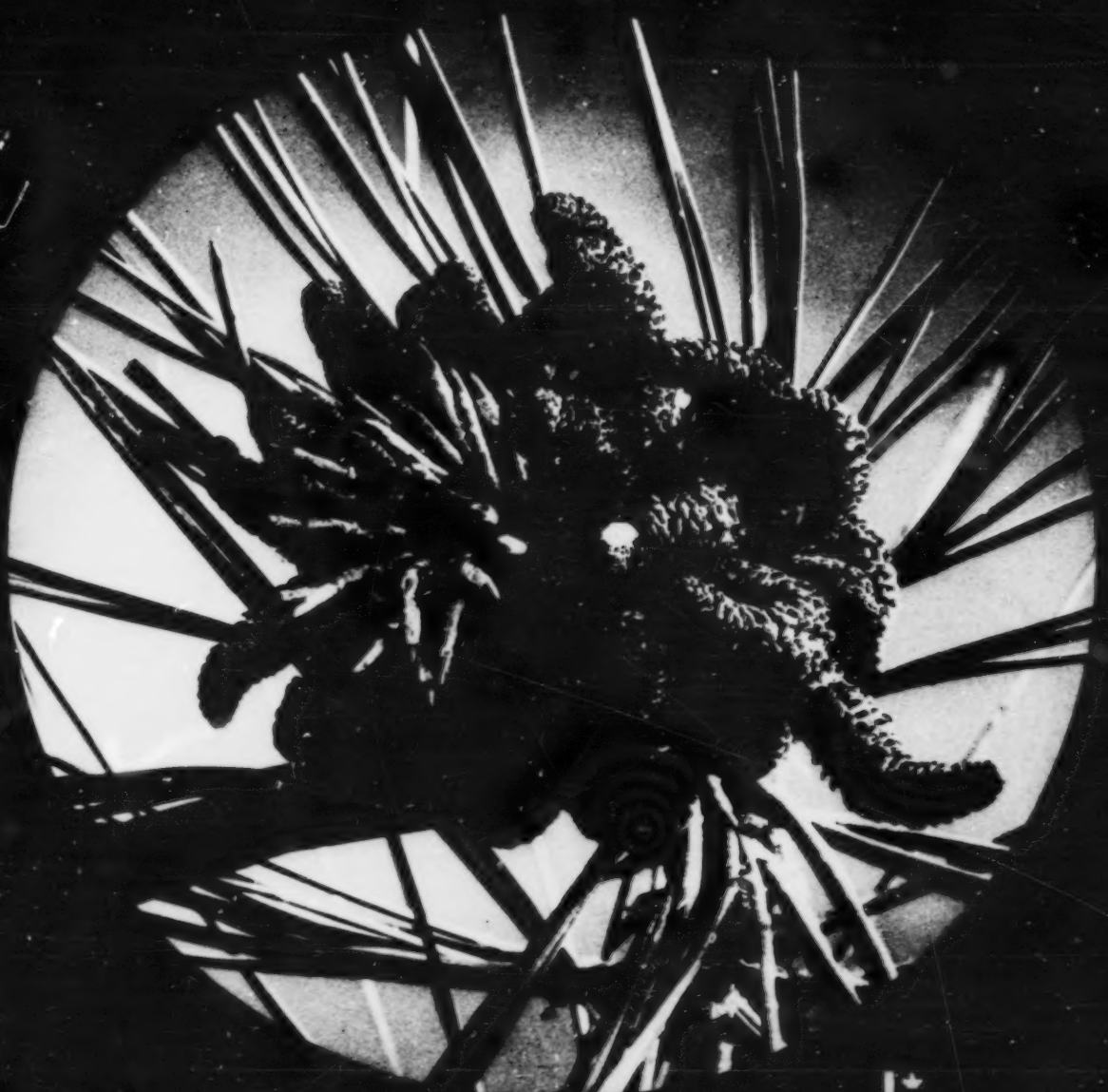
Rapid elongation of the megastrobilus resumes as the ovuliferous-scale growth rate increases. The grey to purple scales are soon visible as they grow between the bracts and seal the openings (9). Scale and strobilus growth continues until mid-July (when shoot elongation also stops) when the strobili are 4 to 7 cm long and 15 to 28 mm wide. Generally, the scales overgrow the bracts (10, 11), but in bracted balsam fir the tips of the bracts remain exserted. During growth, white resin is copiously exuded from the tops of the strobili (9-11). Fertilization occurs in late June and rapid embryo growth ensures in the seeds.

The megastrobili dry and turn brown during August. The scales then spread apart (12) and abscise as wind action breaks up the strobili and disseminates the scales and seeds (13). The axes remain on the shoots for many years.

The seeds are 3 to 6 mm long, 2 to 3 mm wide, and 1.5 to 2.5 mm thick (4). Each has a purple to brown wing attached to it in wrap-around fashion—and resin vesicles occur between the wing base and the seed. This makes removal of the whole wing impracticable, so only the blade of the wing is removed for seed storage (4). Empty "seeds" develop a thick, hard wall and a mass similar to that of full seeds. This makes mechanical separation of full seeds difficult, so "cleaned" lots of seeds (averaging 131 000 seeds per kg) may contain many empty "seeds". This contributes to the low germination sometimes ascribed to balsam fir seeds.

La reproduction des Conifères

Guide pour l'évaluation des récoltes de cônes



Rapport technique de foresterie 31

RESUME

L'auteur décrit brièvement le processus de reproduction des conifères. Il identifie les caractéristiques morphologiques des différentes phases du processus et en présente des photographies pour aider à l'évaluation de la récolte de cônes de la prochaine année. Il est plus facile de planifier les programmes de reboisement si les perspectives de récolte des cônes sont connues à l'avance. Le manuel sera publié sous forme de feuilles mobiles et par étapes, au fur et à mesure que les espèces seront disponibles.

ABSTRACT

Reproductive process of conifers is briefly described. Morphological characteristics of different stages of the process are identified and presented on photographs to provide an aid for estimating next year's cone crops. Advance knowledge of prospective cone crops should allow for better planning of reforestation programs. The handbook will be published in a loose-leaf format so that other species can be added as material becomes available.

This publication is also available in English under the title "Reproduction of Conifers."

REMERCIEMENTS

La description des premiers stades de développement des bourgeons à fleurs est tirée d'articles de J.N. Owens et de M. Molder publiés dans le Journal canadien de Botanique.

La disposition artistique est de J. Wiens, du Centre de recherches forestières du Pacifique.

On peut se procurer d'autres exemplaires de la présente publication à l'une des adresses suivantes:

Centre de distribution d'Environnement Canada
151, rue Jean-Proulx
Hull, Quebec K1A 1C7

ou

Centre de recherches forestières du Pacifique
506, chemin Burnside ouest
Victoria, Colombie-Britannique V8Z 1M5

Also available in English under the title **Reproduction of Conifers—A Handbook for Cone Crops Assessment.**

© Ministère des Approvisionnements et Services, 1983

ISBN 0-662-12245-3

No. de catalogue Fo 64-31/1982F

Table des matières

Introduction. 2

Description sommaire du cycle reproducteur des conifères 3

Glossaire 9

Sapin taxifoli 11

Pin tordu latifolié 13

Pruche occidentale. 15

Cyprès jaune. 17

Mélèzes 19

Sapin grandissime 21

Epinettes de l'Intérieur. 23

Pin ponderosa. 25

Thuya géant. 27

Epinette de Sitka. 29

Pruche subalpine. 31

Pin argenté. 33

Epinette rouge 35

Sapin beumier. 37

INTRODUCTION

Au Canada, on traite chaque année plus de 22 000 kilogrammes de graines, dans le cadre de programmes de reboisement. Et on prévoit que ce chiffre augmentera rapidement, à mesure que le Canada continuera de mettre l'accent sur la reforestation.

Pour distribuer et rassembler ces graines, surtout celles qui sont de qualité génétique supérieure, il faut être en mesure de prévoir et apprécier des récoltes de cônes plusieurs mois avant leur maturation. Cela est plus facile si l'on connaît le cycle de reproduction de chaque essence et la morphologie des organes reproducteurs.

Le présent guide a été rédigé en vue de transmettre des connaissances de cet ordre. Il s'adresse au profane et ne renferme que quelques termes techniques. Les photos représentent surtout les principaux stades de développement et, en général, seulement ceux qui peuvent être reconnus à l'oeil nu; une loupe peut toutefois être utile aux tout premiers stades.

La publication sur feuilles mobiles permettra d'ajouter ultérieurement des feuillets consacrés à des essences non décrites dans le présent ouvrage.

Description sommaire du cycle reproducteur des conifères

La majorité des conifères sont de grands arbres toujours verts. Faisant partie d'un important groupe représenté par 40 genres vivants dispersés dans toute la zone tempérée, ils ont une gamme très étendue de caractéristiques. Ils diffèrent par la taille et la forme, l'organisation et la grosseur de la feuille, l'anatomie et les propriétés techniques du bois et aussi par d'autres traits. Par exemple, certains genres ont des conduits de résine en quantité alors que d'autres n'en ont pas; le parenchyme peut être apparent dans le xylème de certains genres et totalement absent chez d'autres.

La diversité est encore plus grande au plan de la reproduction. Les gamétophytes—ou générations haploïdes, mâles et femelles—et l'embryon—ou jeune sporophyte, soit le point de départ de la génération diploïde—varient beaucoup quant à leur développement et à leur organisation. Le nombre de cotylédons de l'embryon va de 2 à 15. Certains conifères n'ont pas de bourgeons, d'autres ne produisent même pas de cônes; cependant, la majorité des genres indigènes du Canada en ont. Compte tenu de cette grande diversité, on ne traite des caractéristiques les plus générales de la reproduction des conifères.

BOURGEONS

Chez la plupart des conifères, la croissance arrête à la fin de l'été, avec la formation de bourgeons. Généralement, les bourgeons contiennent les pousses non encore développées de l'année suivante, protégées par plusieurs couches d'écailles. Au premier stade ou stade primordial, ce ne sont que des masses de cellules non différenciées ou méristématiques, mais, chez la plupart des conifères, ils évoluent rapidement en structures organisées. A la fin de l'automne et en hiver, ils sont en état de dormance. Au cours de cette période défavorable à la croissance, ils sont protégés par des écailles qui se recouvrent partiellement et qui sont souvent recouvertes de cire ou de poils, ce qui procure une protection plus efficace.

Selon leur position sur la tige, les bourgeons peuvent être classés comme terminaux, subterminaux ou latéraux. Les bourgeons terminaux et subterminaux sont habituellement les plus gros et les mieux développés. Les bourgeons latéraux sont souvent petits et peu apparents, et la plupart restent dormants, mais des dommages causés aux bourgeons terminaux les réactivent souvent.

Selon leur fonction, les bourgeons peuvent être à feuilles, et donneront des pousses, ou à fleurs, et se transformeront en organes reproducteurs. Avant d'entrer en état de dormance, les bourgeons sont habituellement bien développés.

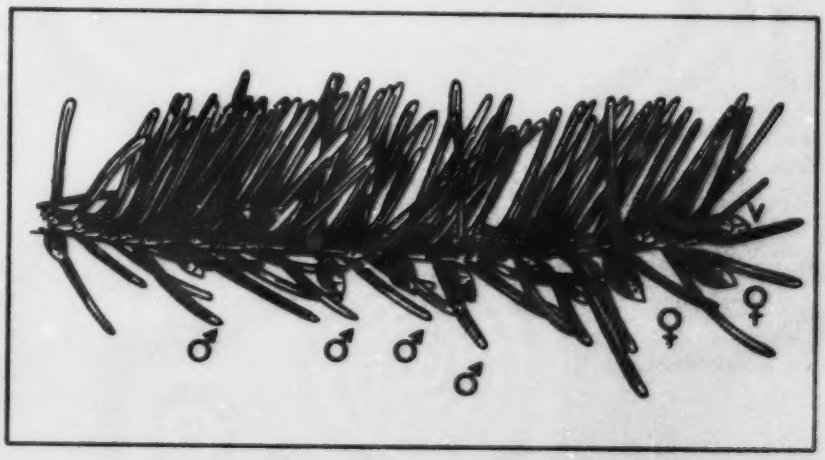


Fig. 1. Chez certaines essences, les bourgeons à feuilles et les bourgeons à fleurs des deux sexes peuvent se trouver sur la même pousse. Leur position, leur forme et leur taille sont habituellement caractéristiques, mais leur taille peut décroître en fonction de leur distance de l'extrémité de la pousse.

CONES

Les bourgeons à fleurs évoluent en **cônes***. On distingue les cônes **mâles**** ou à **microsporanges**, qui produisent le pollen, et les cônes femelles, à ovules, ou à **mégasporanges**, qui produisent les graines. A maturité, ces derniers forment ce qu'on reconnaît généralement sous le nom de cône.

Chez la plupart des genres, le bourgeon mâle ou à **microsporanges** contient, en période de dormance, un cône pollinique miniature bien développé, constitué d'un axe simple ou tige autour duquel sont disposées en spirale une série de **microsporophylles** aplaties, en forme d'écaille et portant chacune, attachés à leur face inférieure, deux **microsporanges** qui sont des sacs remplis de pollen. Le bourgeon femelle ou à **megasporanges** renferme un cône qui consiste en un axe et en des **bractées** disposées habituellement en spirale. Fixée à l'aisselle de la bractée, à sa base se trouve une **écaille ovulaire** qui porte deux ovules attachés librement à sa face supérieure.

La majorité des conifères sont monoïques, c'est-à-dire qu'ils portent les deux sortes de cônes sur le même arbre. Normalement, les cônes différents sont séparés et se présentent habituellement sur des branches distinctes.

Au printemps, généralement avant que les bourgeons à feuilles ne montrent une activité importante, l'axe des cônes mâles s'allonge, séparant ainsi les microsporanges en développement rapide. Par la suite, lorsque le temps est sec, les microsporanges se déshydratent et se déchirent le long de lignes distinctes pour finalement libérer le pollen. Le développement des cônes femelles reprend

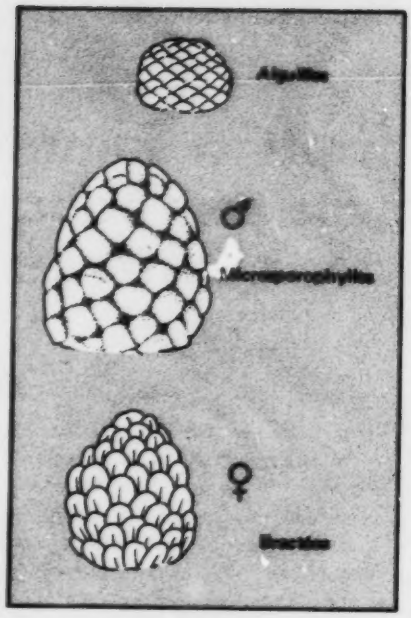


Fig. 2. Lorsqu'on enlève les écailles des bourgeons, on peut identifier facilement une structure végétative ou un cône reproducteur mâle ou femelle.

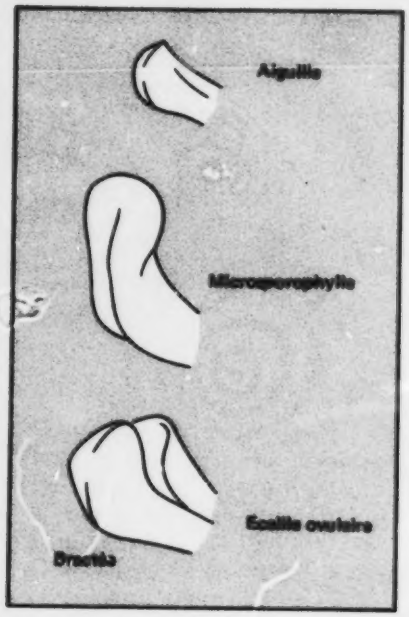


Fig. 3. Bien que leur couleur puisse être semblable, les primordiums des aiguilles, des microsporophylles et des bractées à écailles ovulaires diffèrent nettement.

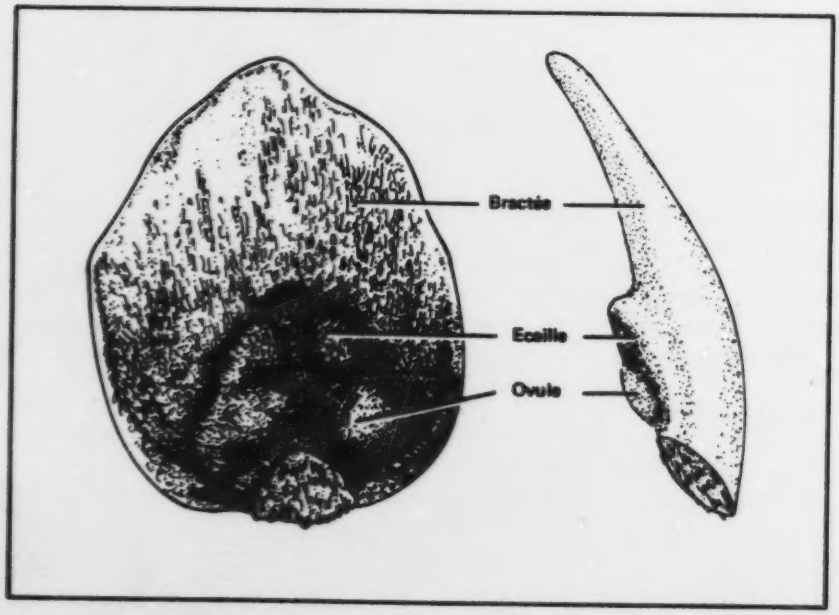


Fig. 4. Pendant la dormance d'hiver, l'écaille ovulifère n'est qu'un appendice attaché sur le côté adaxial de la bractée. Chaque écaille porte deux ovules à sa surface.

---

* Les conifères ne produisent pas de vraies fleurs.

** Du point de vue botanique, il est incorrect de qualifier de mâles ou de femelles les bourgeons et les cônes des conifères. Toutefois, cette acception est répandue.

Fig. 5. Au printemps, l'axe du cône mâle s'allonge et les microsporanges grossissent. Le pollen est prêt à être libéré.

Fig. 6. Chez le cône femelle, les entre-noeuds s'allongent, et les bractées se séparent, permettant au pollen de descendre jusqu'aux écailles ovulaires.

en même temps que celui des cônes mâles. Chez certains genres, les bractées et les écailles ovulaires sont plus nombreuses à l'apex. Avant la pollinisation, les entre-noeuds s'allongent, et les bractées se séparent, permettant le passage du pollen jusqu'aux écailles ovulaires.

Les cônes mâles sont de petites structures qui ne durent habituellement que quelques semaines. Après la pollinisation, ils se déshydratent et tombent. Les **cônes femelles** subsistent plus longtemps. Chez certaines genres, comme les épinettes, leur développement dure un an; chez d'autres, comme les pins, deux ans. A maturité, les cônes peuvent soit tomber, soit se décomposer, ou demeurer sur l'arbre pendant plusieurs années, même après la dispersion des graines.

POLLEN

Les **cellules-mères des microspores** sont produites à l'intérieur des microsporanges ou sacs polliniques. Par le processus de maturation, qui fait intervenir une **division méiotique**, elles donnent naissance à une sphère de quatre **microspores**. Les spores se séparent rapidement en cellules individuelles qu'on nomme à ce stade **grains de pollen** ou simplement pollen. Par suite de la division méiotique qui précède leur formation, elles sont **haploïdes** ou ne possèdent que la moitié des **chromosomes** de la cellule-mère. Au printemps, le pollen est produit en quantités énormes et ressemble à maturité à de la poussière jaune.

OVULE

L'ovule, situé à la face supérieure de l'écaille, est constitué d'un **mégasporange** entouré d'une enveloppe spéciale, le **tégument**, qui devient plus tard l'enveloppe de la graine. Chez la plupart des conifères, l'enveloppe tégumentaire est une excroissance caliciforme dont les parties embrassantes délimitent en un bout de l'ovule une petite ouverture, appelée **micropyle**, qui permet au grain de pollen d'entrer et de venir en contact avec le mégasporange.

Le **mégasporange** constitue le tissu interne du jeune ovule. Dans les premiers stades, ce tissu n'est pas différencié, mais plus tard plusieurs **cellules-mères de mégaspores** se différencient en son centre. Au cours de la maturation d'une cellule-mère de mégaspores, il se produit par division méiotique un groupe de quatre **mégaspores** qui, comme les microspores, sont haploïdes. Contraire-

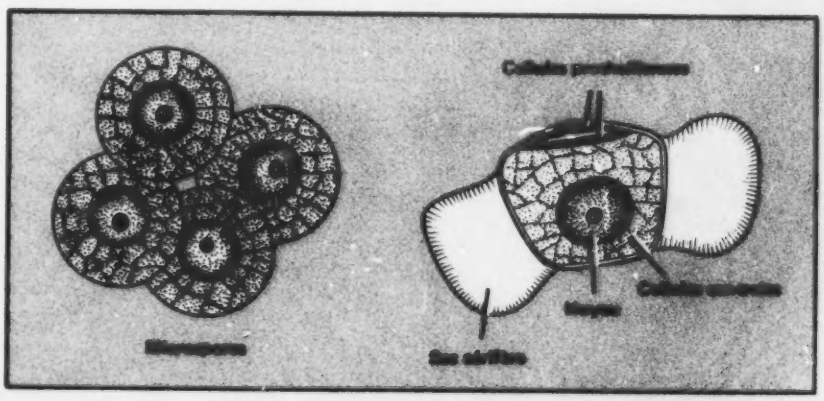


Fig. 7. A la suite d'une division méiotique, la cellule-mère des microspores donne naissance à quatre microspores haploïdes. Les microspores se séparent rapidement et produisent des ballonnets, ou sacs aérifères. A ce stade, ils sont appelés grains de pollen.

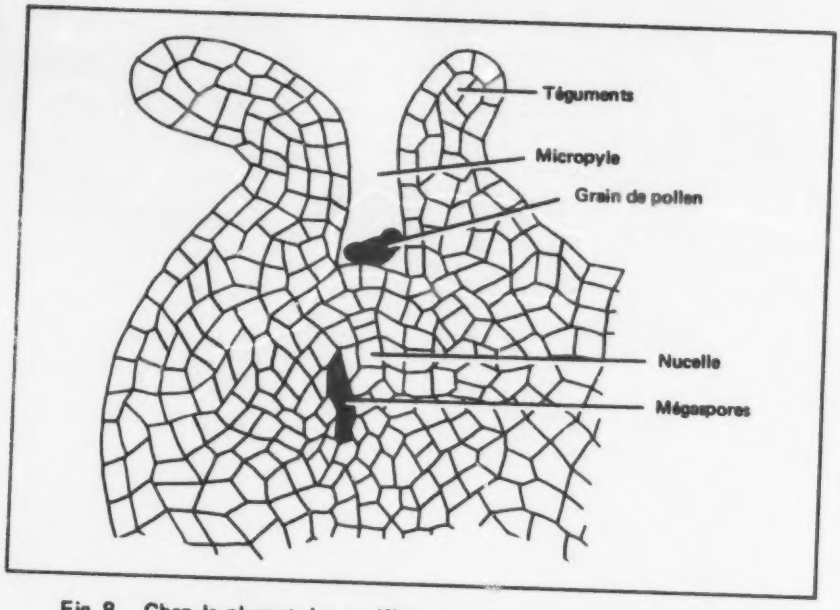
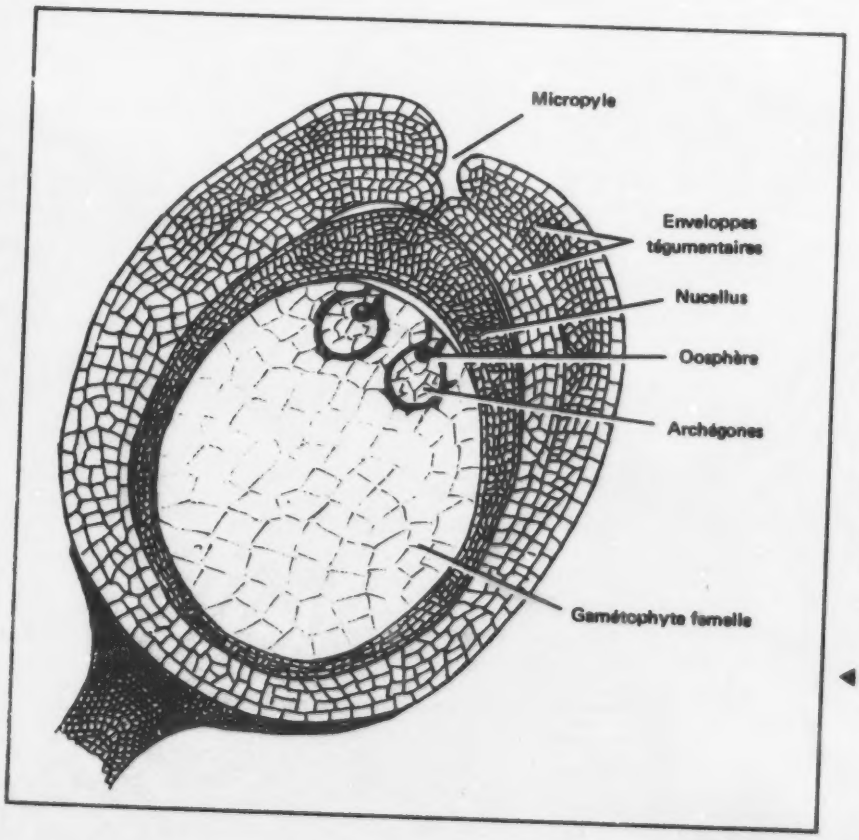


Fig. 8. Chez la plupart des conifères, l'ovule a une forme ovée et est recouvert par l'excroissance caliciforme de l'enveloppe tégumentaire.



◀ Fig. 9. Les archégones sont profondément implantés dans le gamétophyte femelle. L'archégone est composé d'une oosphère, d'un noyau et de cytoplasme en quantité.

ment aux microspores, les mégaspores ne sont jamais dispersées, elles sont plutôt retenues en permanence à l'intérieur du mégasporange de l'écaille du cône.

A la germination, la mégaspore donne naissance au gamétophyte femelle. Le gamétophyte femelle se développe au sein du mégasporange de l'ovule et est totalement dépendant de l'ancienne structure sporphytique pour son alimentation.

La digestion du nucelle produit une vacuole au centre de laquelle repose une mégaspore. La division du noyau et l'extension de la paroi cellulaire de la mégaspore produisent un gamétophyte femelle, structure multicellulaire pleine et ovée.

Des archégones se développent au bout du gamétophyte femelle qui porte le micropyle. Chacun des archégones naît d'une seule cellule superficielle du gamétophyte et est formé d'un col court, d'une cellule ventrale qui sert de canal et d'une oosphère. A sa maturité, l'archégone est profondément implanté dans le gamétophyte femelle.

POLLINISATION

Les grains de pollen ou **microspores** subissent deux divisions ou plus. Chez la plupart des conifères, le pollen est dispersé à ce stade de développement.

La pollinisation désigne le transport du pollen des cônes mâles aux cônes femelles. Chez les conifères, le transport se fait sous l'action du vent. Ce genre de pollinisation se nomme anémophilie.

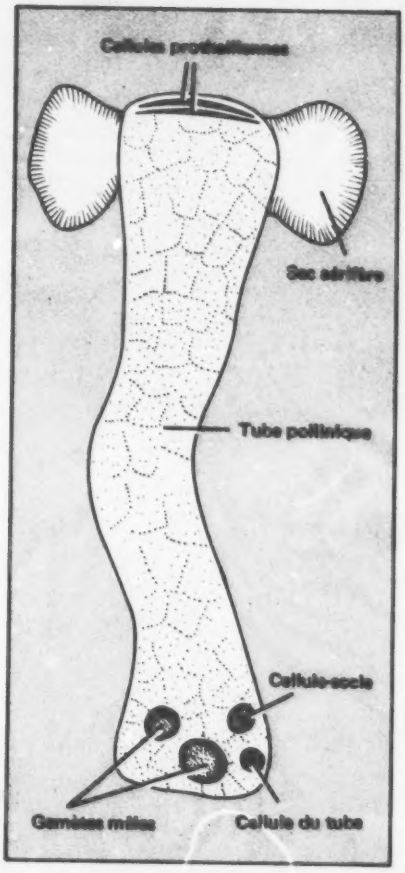


Fig. 10. Peu avant la fécondation, la cellule-mère des gamètes s'est divisée en deux gamètes mâles. La cellule-socle, la cellule du tube et les cellules prothalliennes dégénèrent.

Lorsqu'ils atteignent les cônes femelles, les grains de pollen tombent parmi les écailles et parviennent aux ovules situés à leur base. Lorsqu'un ovule est réceptif, il sécrète une goutte de substance résineuse qui finit par sécher et aide à faire glisser les grains de pollen dans le micropyle.

Après une courte période, le tube pollinique commence à se former et à s'enfoncer dans les tissus du microsporange. C'est à ce moment que la division finale a lieu dans le grain de pollen et que deux gamètes mâles sont produits.

FECONDATION

La fécondation s'accomplit par fusion du noyau d'un des gamètes mâles avec le noyau de la mégaspore ou gamète femelle. Les chromosomes sont alors doublés, ce qui reconstitue le nombre caractéristique de l'espèce. En général, pour les cônes qui prennent un an pour se développer, la fécondation a lieu au début de l'été; pour ceux qui prennent plus de temps, elle peut se produire au printemps de la seconde année.

La fusion des noyaux double le nombre de chromosomes et donne naissance à la nouvelle génération de sporophytes.

Peu après la fécondation, le noyau de la mégaspore se divise rapidement, puis il y a formation des parois cellulaires et finalement on obtient une graine complète.

GRAINE

La graine des conifères possède une structure complexe. Elle est formée d'un embryon, entouré d'une masse nutritive et protégé par un tégument épais, habituellement dur. D'une certaine façon, l'embryon représente déjà une plante complète avec un système vasculaire élémentaire, un axe avec des

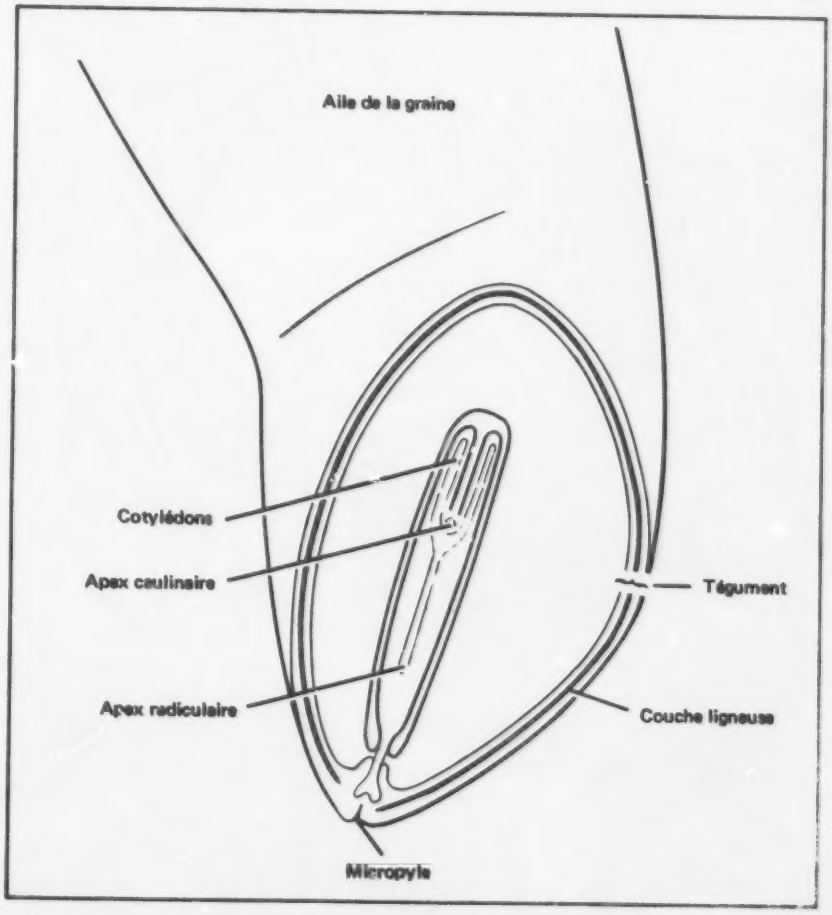


Fig. 11. La graine est un embryon dormant renfermé à l'intérieur d'un gamétophyte femelle qui lui apporte des matières nutritives au cours de la croissance. Elle est recouverte d'un tégument protecteur de plusieurs couches.

cotylédons, ou feuilles primaires, et un **apex radiculaire** bien développé. En général, l'**apex caulinaire** n'est qu'un cône de cellules méristématiques.

SEMIS

Les graines germent lentement et habituellement après une période de repos prolongée. Au cours de la germination, la **racine principale** de l'embryon émerge et pousse habituellement le tégument vers le haut dans le sol. Plus tard, les cotylédons sortent du tégument et la jeune pousse commence une longue période de croissance qui la transformera en un arbre à maturité.

ARBRE

Au début, la jeune pousse ne produira que des bourgeons à feuilles. La **maturité sexuelle** varie selon l'espèce, la taille, l'âge et les conditions du milieu. Entre l'âge de 10 à 50 ans, l'arbre commencera à produire également des bourgeons à fleurs. Ces derniers pourront n'être que d'un seul sexe pendant quelques années, mais l'arbre produira finalement des bourgeons mâles et des bourgeons femelles, et le cycle de reproduction sera complet.

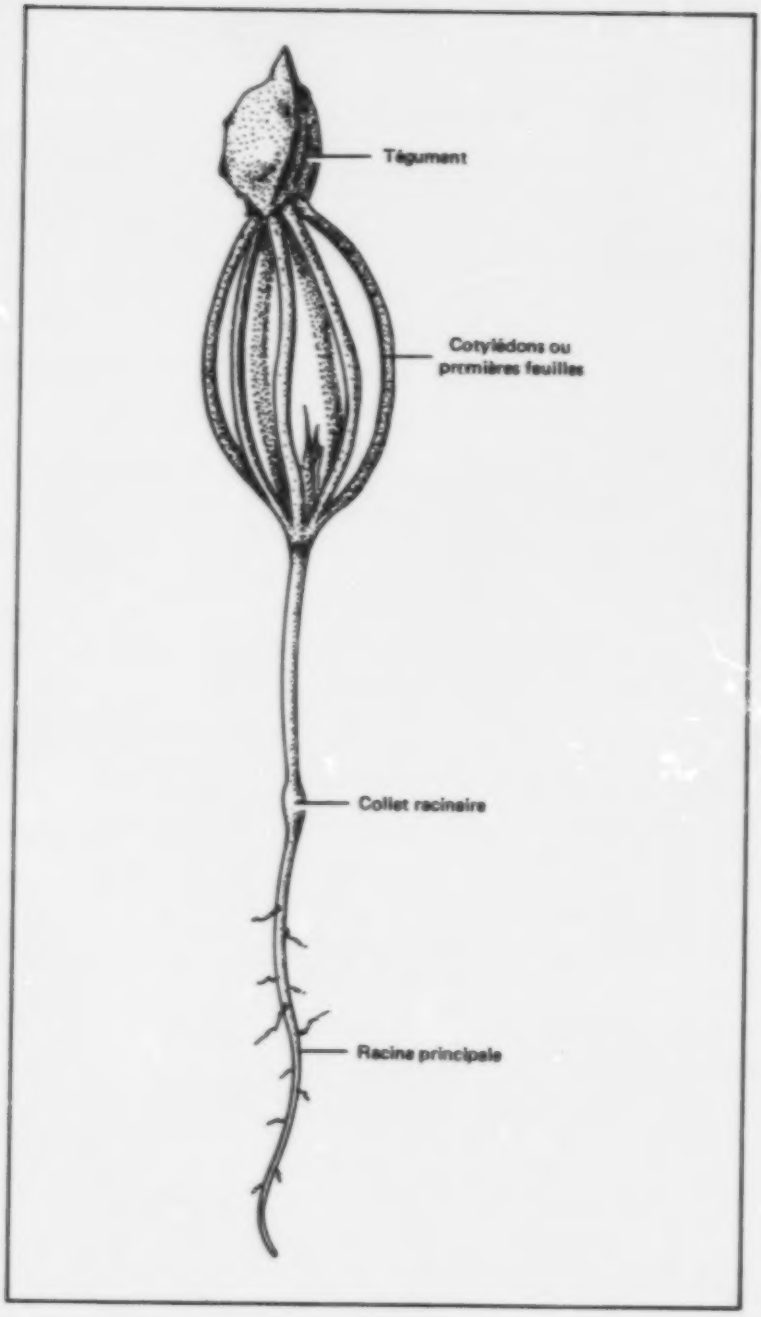


Fig. 12. Au cours de la germination, l'embryon s'allonge et pousse habituellement le tégument vers le haut, dans le sol.

GLOSSAIRE

adaxial . . . face à l'aisselle.

aisselle . . . angle formé par un axe et tout organe (par exemple l'ovule) qui en émerge.

apex . . . point de croissance d'une tige ou d'une racine.

apex de la pousse . . . bout de la jeune branche ou ramille en croissance.

archégone . . . organe sexuel femelle comprenant un col et corps qui contient l'ovule.

axe . . . ligne imaginaire autour de laquelle les organes se développent.

bractée . . . écaille végétative du cône sur laquelle repose l'écaille qui porte les graines.

caulinaire . . . qui appartient à la tige (apex caulinaire).

cellule du tube . . . cellule qui produit le tube pollinique.

cellule initiale de l'anthéridie . . . cellule produite à l'intérieur du grain de pollen par la première division de la cellule principale; elle donnera naissance au cours de la prochaine division à la cellule du tube et à la cellule gamétogène.

cellule-mère des mégaspores . . . cellule qui se trouve à l'intérieur du mégasporange et qui, par division méiotique, produit quatre mégaspores.

cellule-mère des microspores . . . cellule qui, par division méiotique (réduction du nombre des chromosomes), produit des microspores ou graines de pollen.

cellule-socle . . . cellule qui provient de la division de la cellule gamétogène des conifères mais qui ne donne pas naissance à des gamètes.

cellule ventrale qui sert de canal . . . petit cellule généralement sans paroi cellulaire à l'intérieur de l'archégone.

cellules méristématiques . . . tissu non différencié capable de se transformer en tissu spécialisé; par exemple le cambium.

cellules prothalliennes . . . deux cellules ou plus produites par les premières divisions de la microspore; en général, elles dégénèrent.

chromosomes . . . corpuscules fibrillaires qui apparaissent pendant la division du noyau et qui produisent le noyau de la cellule fille.

collet racinaire . . . point de rencontre de la racine et de la tige, habituellement au point de germination au niveau du sol.

cône . . . inflorescence constituée principalement d'écailles.

cotylédons . . . premières feuilles de l'embryon.

débourrement . . . épanouissement des bourgeons.

diploïde . . . qui a deux ensembles de chromosomes.

distal . . . qui est le plus éloigné d'un point donné (par opposition à proximal).

division méiotique . . . division cellulaire qui réduit le nombre de chromosomes et donne une cellule haploïde.

dormant . . . qui n'est pas actif, comme les bourgeons en hiver.

écaille . . . toute structure mince scarieuse (habituellement une feuille dégénérée), parfois d'origine épidermique.

écaille ovulaire . . . écaille interne d'un cône, qui porte des ovules.

embryon . . . plante rudimentaire formée dans une graine.

entre-noeud . . . portion de la tige entre deux noeuds ou entre deux verticilles de branches.

fusion . . . union de deux cellules fertiles.

gamète . . . cellule reproductrice sexuée; chez les conifères, le gamète mâle est généralement une minuscule cellule active dont la fonction est de féconder une cellule (gamète) femelle.

gamétophyte . . . partie de la plante issue de la germination d'une spore et portant les organes sexuels.

graine . . . ovule fécondé à maturité.

haploïde . . . se dit d'une structure renfermant un seul exemplaire de chaque chromosome, comme chez les cellules sexuelles.

hybride . . . plante obtenue par croisement de deux espèces apparentées.

lambourde . . . petite pousse latérale, portant parfois une touffe de quelque nouvelles feuilles.

latent . . . dormant, habituellement pendant une période plus longue.

mégasporange . . . tissu interne de l'ovule.

mégaspore . . . cellule reproductrice femelle.

micropyle . . . orifice situé au sommet de l'ovule ou de la graine.

microsporange . . . réceptacle qui produit les microspores ou grains de pollen; synonyme de sac pollinique.

microspore . . . spore mâle chez les plantes hétérosporées; synonyme de grain de pollen.

microsporophylle . . . organe foliacé qui porte les microsporanges.

mitose . . . division du noyau à la suite de laquelle le nombre diploïde des chromosomes est retenu, comme dans la croissance.

monoïque . . . qui a des fleurs sexuelles mâles et femelles sur la même plante.

morphologie . . . science de la forme et de la structure des plantes.

noyau . . . corpuscule de la cellule renfermant l'ensemble des chromosomes.

nucelle . . . partie de l'ovule ou du mégasporange qui contient l'embryon.

oosphère . . . ovule proprement dit hors de toute couche de cellules dérivées de lui ou d'autres cellules.

ovule . . . organe qui, après la fécondation, donne la graine; aussi, la jeune graine dans l'ovaire.

ovulifère . . . qui possède des ovules.

parenchyme . . . tissu de plante non différencié qui peut varier quant à sa structure et sa fonction et se développer en différents organes.

pollen, grains de pollen . . . poudre fécondante produite par les fleurs mâles.

pollinisation . . . transport du pollen à partir des microsporanges des cônes mâles jusqu'aux ovules des cônes femelles.

pousse . . . jeune branche ou ramille en croissance.

primordium . . . membre ou organe à son tout premier stade de développement.

propagation . . . cause la multiplication des individus, par exemple des plantes.

proximal . . . se dit de la partie la plus près de l'axe, par opposition à distal.

racine principale . . . première racine qui se développe à partir de la radicule.

radiculaire . . . qui appartient à la radicule ou première racine de l'embryon (apex radiculaire).

reproducteur . . . se dit des parties qui servent à la reproduction.

sac pollinique . . . microsporange.

subterminal . . . sous ou avant l'extrémité ou l'apex.

suspenseur . . . cordon de cellules situées à l'extrémité d'un embryon développé.

système vasculaire . . . vaisseaux adaptés à la circulation des fluides.

tégument . . . enveloppe d'un organe ou d'un corps, notamment enveloppe extérieure, habituellement dure et cassante, de la graine.

terminal . . . relatif ou appartenant à l'extrémité ou à l'apex.

tube pollinique . . . tube que développe le grain de pollen et qui permet aux chromosomes des gamètes mâles d'atteindre les chromosomes des oosphères (gamètes femelles).

végétatif . . . stade de croissance des plantes quand la reproduction n'a pas lieu.

xylème . . . tissu principal qui conduit l'eau dans une plante.

Douglas taxifolié

1. Lorsque la production annuelle de cônes est forte, des bourgeons à feuilles et des bourgeons à fleurs des deux sexes peuvent se trouver sur la même pousse. Leur forme et leur grosseur permettent de les reconnaître, bien que leur grosseur diminue plus ils sont éloignés du bout de la pousse.

2. Le bourgeon à feuilles est effilé, le bourgeon mâle est ovoïdal et s'élargi au milieu. On peut distinguer les microsporophylles et les ébauches d'aiguilles.

3. Le bourgeon femelle est ovoïdal et s'élargit à la base. Les bractées pourpres, à trois pointes et aiguës se distinguent facilement des microsporophylles ou des aiguilles.

4. La pollinisation se produit avant l'éclosion des bourgeons à feuilles. Les cônes mâles s'allongent, les microsporanges s'ouvrent et le pollen est libéré. Après la pollinisation, les cônes mâles s'atrophient et meurent.

5. Au moment de la pollinisation, le cône femelle est dressé. Sous l'effet de l'allongement de l'axe, les bractées se sont séparées, permettant ainsi la pénétration du pollen.

6. Après la pollinisation, les cônes femelles se tournent vers le bas et deviennent verts, laissant voir surtout leurs bractées à trois pointes.

7. Les graines mesurent environ 7 mm de longueur, 3 mm de largeur et 2 mm d'épaisseur. Il y a en moyenne 90 000 graines dans un kilogramme.

* bourgeons à feuilles

Douglas taxifolié

***Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco**

par S.Eis et D.Craigdallie

Le Douglas taxifolié commence à donner des cônes vers l'âge de 20 à 25 ans. Lorsque la production de cônes est faible, les bourgeons femelles se trouvent en général surtout dans le haut de l'arbre, et les mâles, dans le milieu du houppier; lorsqu'elle est forte, on peut trouver les bourgeons des deux sexes partout dans le houppier et quelquefois même sur la même pousse (1). Vers le début du mois d'août, on peut reconnaître les bourgeons à feuilles et les bourgeons à fleurs, mâles ou femelles, à leur apparence extérieure. On peut les différencier même avant, en les écaillant ou en les ouvrant. Comme ils continuent de se développer jusqu'à ce qu'ils entrent en dormance, sous l'effet de la température, en novembre ou en décembre, ils deviennent de plus en plus faciles à reconnaître.

Dans le houppier, les bourgeons terminaux sont ordinairement des bourgeons à feuilles (1). Dans le cas d'une faible production de cônes, les bourgeons à fleurs des deux sexes se trouvent surtout en position subterminale (2 et 3), tandis que dans le cas d'une forte production, les bourgeons femelles occupent cette position et les bourgeons mâles sont répartis plus bas le long de la pousse, parfois en groupes de trois à cinq à la base de celle-ci (1).

DESCRIPTION DES BOURGEONS

Les bourgeons à feuilles ont une forme plutôt effilée (1). Par comparaison, les bourgeons à fleurs ont une forme ovoïde plus accentuée, sont un peu plus courts et, d'ordinaire, d'un brun plus pâle; leurs écailles, moins nombreuses, ont moins de résine blanche à la surface. Les bourgeons mâles et femelles se ressemblent (2 et 3), mais les mâles sont en général plus petits (1) et plus larges vers le milieu (2), tandis que les femelles sont ordinairement plus gros et plus larges près de la base (3).

Lorsqu'on écaille les bourgeons ou qu'on les ouvre, il est facile de les reconnaître. Le bourgeon à feuilles contient en entier la pousse de l'année suivante autour de laquelle sont enroulées en spirale une quantité d'aiguilles vertes non développées (2). Si l'on fait une coupe, les aiguilles se présentent à angle oblique. L'appareil entier n'a pas plus que 2 mm de longueur; le reste de la cavité est vide (2). Au contraire, la cavité du bourgeon à fleurs est complètement remplie par l'appareil de reproduction.

Lorsqu'il entre en état de dormance, le bourgeon mâle contient déjà un cône pollinique bien développé formé d'appendices ou de microsporophylles réduits, à bouts ronds, semblables à des écailles (2) et enroulés en spirale autour d'un axe. Chaque microsporophylle porte, à sa face inférieure, deux microsporanges jaunes ou vert pâle remplis de pollen. Pendant la période de repos hivernal, le cône mâle mesure de 4 à 5 mm de longueur.

Durant cette période, le cône femelle est d'environ la même grosseur que le cône mâle. Il consiste en de longues bractées en forme de trident enroulées en spirale autour d'un ax (3). Une petite écaille ovulaire portant à sa face supérieure deux ovules se trouve à l'aisselle de chaque bractée. On ne peut voir l'écaille qu'en disséquant la bractée.

DEBOURREMENT

C'est à la fin de février ou au début de mars que les premiers signes de croissance et de différenciation commencent à se manifester à l'intérieur des bourgeons à fleurs, environ un mois au moins avant que la vie ne reprenne dans les bourgeons à feuilles.

Chez les bourgeons mâles, l'axe du cône s'allonge, et les microsporanges grossissent pour former deux grands sacs polliniques arrondis. Une fois les bourgeons éclos, on peut voir les cônes polliniques qui sont de couleurs très variées; les jaunes sont les plus courants, mais on rencontre souvent des verts ou des rouges. Durant la période de pollinisation, le cône pollinique est ordinairement tourné vers le bas et mesure environ 2 cm de longueur (4); peu après, il sèche et se détache.

Chez les bourgeons femelles, les bractées et les écailles ovulaires grossissent en même temps que l'axe s'allonge. Les écailles inférieures se séparent quelque peu, laissant voir les écailles intérieures brun pâle ou pourpres. Les bourgeons qui contiennent les graines doublent ordinairement de longueur avant l'éclosion. Durant la période de pollinisation, le cône femelle est dressé; il mesure environ 3 cm de longueur. Il est remarquable par ses grosses bractées à trois pointes dont la couleur varie du pourpre au rouge (5). Après la pollinisation, il devient vert et se tourne vers le bas. La fécondation a lieu de quatre à six semaines plus tard, environ; l'embryon commence alors à se développer pour donner ensuite la graine.

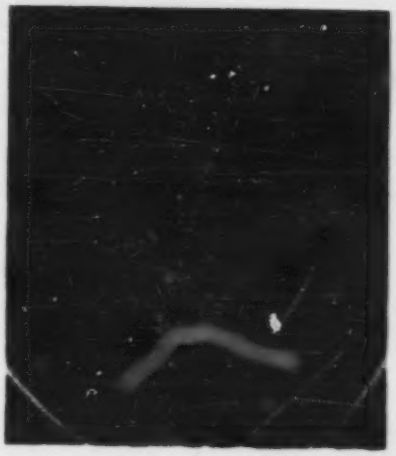
Les cônes arrêtent de grossir en juillet. Ils mesurent alors de 7 à 9 cm de longueur environ et moins de 2 cm de largeur; leurs bractées à trois pointes ressortent et sont ordinairement étalées les unes contre les autres (6). Ils mûrissent ensuite, ce qui fait sécher et mourir les tissus végétatifs, et leur couleur passe au brun. Dans la graine mûre, l'embryon est entouré d'un tissu nutritif. L'aile de la graine se forme à partir de l'écaille ovulaire. La graine mûre mesure environ 7 mm de longueur, 3 mm de largeur et 2 mm d'épaisseur, et son aile a environ de 10 à 12 mm de longueur et 5 mm de largeur (7). Il y a à peu près de 65 000 à 130 000 graines dans un kilogramme. Les graines tombent presque toutes avant la fin d'octobre, et celles qui restent, durant l'hiver.

Pin tordu latifolié

1. Les bourgeons à feuilles sont longs et minces et ne sont pas enflés à la base.

2. Un renflement à la base d'un bourgeon à feuilles indique la présence d'un cône mâle.

3. La pousse de l'année suivante comprend les lambourdes avec leurs aiguilles. Les cônes mâles se trouvent à la base de la pousse.



4. L'enveloppe d'écailles qui recouvre normalement les cônes mâles peut être totalement absente.

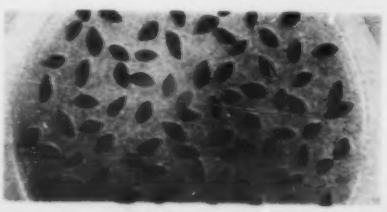
5. Au printemps, les grappes de cônes mâles se remarquent facilement en raison de leur brillante couleur jaune.

6. Les cônes femelles se trouvent sur les pousses de l'année; on ne peut donc les voir que tard au printemps.

7. Lorsque le temps de la pollinisation arrive, les bractées se tiennent à la verticale ou à la perpendiculaire pour permettre le passage du pollen.

8. A la fin de la première saison de croissance, les cônelets verts, ayant environ 15 mm de longueur, sont presque ronds.

9. Les cônes mûrs sont ovoïdes, terminés en pointe et asymétriques. Ils sont brun pâle; ceux des années précédentes sont plus foncés.



10. Les graines mesurent de 3 à 4 mm de longueur environ; elles sont ovoïdes, d'un brun rougeâtre et souvent tachetées. En moyenne, il y en a environ 250 000 dans un kilogramme.

Pin tordu latifolié

et pin tordu

***Pinus contorta* Dougl.**

par S.Eis et D.Craigdallie

On divise parfois le pin tordu en deux ou trois sous-espèces. Comme les organes reproducteurs sont presque identiques et que les aiguilles et les cônes ne sont pas assez différents pour qu'il soit possible de caractériser à coup sûr ces sous-espèces, on peut penser que la morphologie du pin tordu est variable et que les deux ou trois variétés qui ont été décrites ne constituent qu'une seule espèce.

Le pin tordu produit beaucoup de graines et, s'il donne souvent des graines fertiles avant d'avoir atteint 10 ans, d'ordinaire il ne commence pas à produire avant 15 cu 20 ans. La production est forte tous les deux ou quatre ans; dans l'intervalle, elle est presque toujours faible.

Les cônes mâles et femelles sont ordinairement répartis dans le houppier tout entier. Les cônes femelles sont les plus abondants dans la partie supérieure où, parfois, les cônes mâles sont absents. Les cônes sont en position latérale; les mâles sont disposés en spirale à la base de la pousse de l'année (4), tandis que les femelles se trouvent près de l'apex (6). Si des cônes des deux sexes sont présents sur la même pousse, il se peut qu'ils soient séparés par jusqu'à 15 cm de tissu végétatif au moment de la pollinisation.

Les cônes mâles deviennent apparents vers la fin d'août, mais on ne peut voir les femelles qu'après l'éclosion des bourgeons au printemps. La seule façon de dénombrer ces derniers avec exactitude lorsqu'ils ne sont pas encore visibles est de disséquer avec précaution les bourgeons à feuilles en position terminale.

DESCRIPTION DES BOURGEONS

Durant la période de repos hivernal, le bourgeon à feuilles consiste en une enveloppe d'écailles semi-transparentes disposées en spirale (1), renfermant à l'état d'ébauche la pousse de l'année suivante. L'axe de cette dernière est couvert de lambourdes (faisceaux d'aiguilles) comportant de petites aiguilles comprimées, et, à l'extrémité, des écailles formant comme une arche au-dessus de l'apex (3).

S'il n'y a que quelques bourgeons mâles, ils peuvent être entièrement à l'intérieur des écailles du bourgeon terminal, et seul un renflement à la base peut révéler leur présence (2). S'il y en a beaucoup, les écailles sont forcées de se séparer, se déchirent et tombent en grand nombre, ce qui expose les bourgeons mâles à la vue (4). Lorsque ceux-ci entrent en période de dormance, leur tissu sporifère a considérablement augmenté, et le développement des sacs polliniques paraît très avancé (3).

Les cônes femelles se développent au complet à l'intérieur des écailles du bourgeon à feuilles terminal et, en raison de leur position subterminale sur la pousse, leur différenciation est retardée jusqu'à ce que celle des faisceaux d'aiguilles, dont le développement est acropète, se produise près de l'apex de la pousse. Durant la période de dormance, le cône femelle consiste en un court axe autour duquel sont enroulées en spirale des bractées comprimées qui, à ce stade, ne semblent être que des excroissances latérales. L'appareil entier est couvert d'écailles courtes qui forment un capuchon.

CONES

Lorsque le temps de la pollinisation est arrivé, on peut voir, à la base des pousses déjà allongées, les cônes mâles en grappes jaune rougeâtre ou jaune brunâtre; chaque cône mesure environ de 8 à 10 mm de longueur (5). Les cônes femelles sont en groupe de deux ou de trois en position subterminale (6), ou seuls en position latérale (7), tout près des bourgeons à feuilles de l'année suivante qui sont déjà formés. Ils mesurent environ de 5 à 6 mm de longueur et ont un pédoncule épais de 3 à 5 mm de longueur. Les bractées, qui vont du rouge au pourpre avec des épines jaunes, en sont les seules parties visibles (6 et 7); elles se tiennent perpendiculairement à l'axe pour permettre la pénétration du pollen. Même si les cônes sont petits, on peut les voir étant donné que les aiguilles n'ont pas encore atteint toute leur longueur.

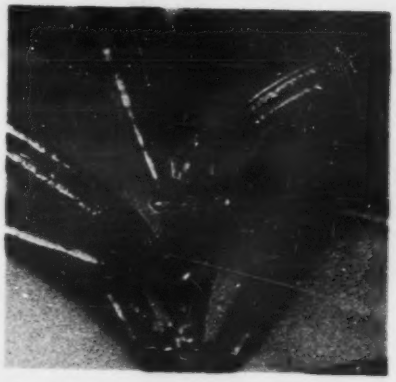
C'est le vent qui transporte les grains de pollen. Après la pollinisation, les cônes mâles brunissent, s'atrophient et tombent. De cinq à sept jours après la période maximale de réceptivité, les cônes femelles se referment pour former des cônelets pourpres compacts. Deux à trois semaines plus tard, ils deviennent brun-pourpre, ou brun-vert et, à la fin de la saison de croissance, ils mesurent entre 15 et 18 mm environ (8). Les écailles sont devenues plus longues et plus épaisses et sont alors la seule partie visible.

La fécondation se produit environ 13 mois après la pollinisation, tard au printemps de la deuxième année. Les graines prennent à peu près trois mois à se développer et elles sont mûres à la fin d'août ou au début de septembre. A maturité, les cônes ont de 2 à 4 cm de longueur et peuvent être cylindriques et courts ou ovoïdes et asymétriques à la base (9). Leur couleur tourne au brun pâle lustré ou au brun-jaune.

Normalement, les cônes s'ouvrent par de chaudes journées d'automne où il n'y a ordinairement que peu de vent et, en conséquence, l'aire de dispersion des graines est réduite. Une partie des graines seulement est libérée; beaucoup de cônes ne s'ouvrent pas et demeurent attachés aux branches pendant de nombreuses années, de sorte qu'il reste une grande quantité de graines viables.

Longues d'environ 4 mm, les graines sont ovoïdes; elles sont d'un brun rougeâtre, souvent tachetées de noir (10). Leurs ailes mesurent environ 12 mm de longueur. On compte entre 170 000 et 340 000 graines dans un kilogramme, une fois nettoyées.

Pruche occidentale



1. Les bourgeons à feuilles sont petits et minces. En coupe transversale, ils paraissent un peu angulaires parce que leurs écailles extérieures ont une carène saillante.

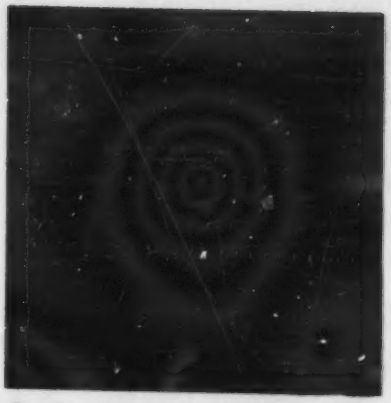
2. Les bourgeons femelles se trouvent presque exclusivement en position terminale ou subterminale. Ils sont sphériques ou ovoïdes, verts et pubescents.

3. Parfois, les bourgeons mâles peuvent également se trouver en position terminale. Dans ce cas, on ne peut les distinguer des bourgeons femelles par leur apparence extérieure; dissection et loupe sont nécessaires.

4. Le plus souvent, les bourgeons mâles se trouvent en position latérale le long des pousses de l'année précédente.

5. Au cours des années de grande production, il peut y avoir jusqu'à huit bourgeons mâles en position subterminale.

6. Au moment de la pollinisation, les cônes mâles montés sur un pédoncule mince mesurent environ 5 mm de longueur. Ils sont habituellement de couleur pourpre clair, mais peuvent également être jaunes ou rouges. A maturité, les sacs polliniques sont jaunes.



7. Les bourgeons femelles montés sur un pédoncule court mesurent environ 1 cm de longueur. Leurs bractées trilobées sont bleu clair ou pourpre clair avec, derrière, des écailles ovulaires bleu foncé qui font saillie.

8. Les cônes mesurent environ 25 mm de longueur et 10 mm de largeur. On trouve environ sept graines par cône, et il faut environ 80 000 cônes pour faire un hectolitre.

9. La taille des graines est variable, et leur nombre varie d'environ 0,5 à 1,3 million.

Pruche occidentale

Tsuga heterophylla (Raf.) Sarg.

par S.Eis et D.Craigdallie

La pruche occidentale est un producteur de graines prolifique. La production commence entre la vingt-cinquième et la trentième année, et des graines sont produites chaque année. Une production abondante a lieu tous les trois ou quatre ans.

Aussitôt que les bourgeons se forment en été, on peut reconnaître leur fonction, végétative ou reproductrice, par leur apparence extérieure et leur position sur la pousse et dans la cime.

Comme chez la plupart des conifères, au cours des années de production modérée, les bourgeons femelles se trouvent surtout dans la partie supérieure de la cime, les mâles, dans la partie médiane et inférieure. Au cours des années de forte production, en particulier chez les arbres qui poussent en espace libre, les bourgeons à fleurs des deux sexes peuvent se trouver partout dans la cime. Les pousses plus vigoureuses des positions distales portent les bourgeons femelles tandis que les pousses des positions proximales, moins vigoureuses, portent les bourgeons mâles.

DESCRIPTION DES BOURGEONS

Même au cours des années de grande production, la plupart des bourgeons terminaux sont à feuilles (1). Sur les branches principales vigoureuses, ils mesurent environ 3 à 4 mm de longueur, et sur les branches latérales secondaires, environ 2 mm. En coupe transversale, ils paraissent quelque peu angulaires à cause de leurs écailles extérieures légèrement carénées. Les écailles, de couleur brun pâle à vert foncé, sont couvertes de poils fins, comme les jeunes pousses. En période de dormance, le bourgeon à feuilles comprend de 20 à 26 écailles qui recouvrent la pousse de l'année suivante. Il est généralement caché par plusieurs aiguilles courtes.

Les bourgeons femelles se trouvent en position terminale (2). Ils sont solitaires ou, rarement, en groupe de deux ou trois. Leur forme varie d'ovée à obovée, leur longueur, de 3 à 5 mm, et leur nombre d'écailles, de 20 à 26. Les écailles extérieures, vertes à brun clair, sont recouvertes de poils fins et s'étendent sur les trois quarts de la longueur du bourgeon. Les écailles internes qui font saillie sont lisses et luisantes et d'un brun légèrement plus foncé. Peu après la formation des bourgeons, au cours de la première moitié du mois d'août, le développement des bractées commence sur les côtés de l'apex, puis, avant la fin d'août, celui des écailles ovulaires. Au cours de la dormance, les lobes latéraux des écailles recouvrent la marge des bractées.

Pendant les années de faible production, il arrive également que des bourgeons mâles occupent des positions terminales (3). Cependant, on les trouve plus souvent en position latérale, parfois solitaires, mais généralement en groupe de deux ou quatre, à la base de la pousse de l'année précédente (4) ou à courte distance en dessous du bourgeon terminal (5). Leur forme varie d'ovée à obovée, et leur longueur, de 2 à 3 mm (4). Leurs écailles sont moins nombreuses que celles des bourgeons femelles et excèdent rarement 20. Les écailles extérieures, brun pâle, sont recouvertes de poils fins. Il arrive souvent que le cône mâle, enserré à l'intérieur des écailles, se développe suffisamment avant la période de dormance pour que le bout du bourgeon ne soit recouvert que par des écailles internes brun pâle qui laissent transparaître le cône vert.

Lorsqu'on enlève les écailles ou qu'on coupe ou ouvre les bourgeons, il devient facile de distinguer la sorte de bourgeon, mais, à cause des petites tailles, une loupe peut être nécessaire. Les bourgeons à feuilles renferment la jeune pousse de l'année suivante densément recouverte d'aiguilles vertes, non développées, disposées en spirale. En période de dormance, le bourgeon femelle renferme un cône avec toutes ses bractées et ses écailles ovulaires, bien que les distales puissent être faiblement développées. Le bourgeon mâle possède tous ses microsporophylles et sacs polliniques.

DEBOURREMENT

Les bourgeons à fleurs s'activent au début de mars, environ de quatre à six semaines avant qu'une activité ne se manifeste chez les bourgeons à feuilles. Chez les bourgeons mâles, le cône s'allonge et les microsporanges se développent en deux sacs polliniques arrondis. En s'allongeant, le cône pousse et sépare les écailles du bourgeon. Au moment de la pollinisation, le cône monté sur un pédoncule de 3 à 4 mm est pourpre clair, jaunâtre ou rougeâtre et mesure de 4 à 5 mm de longueur (6).

Le cône qui se trouve à l'intérieur des bourgeons femelles grossit, les écailles extérieures du bourgeon se séparent et son apex, qui était recouvert par des écailles internes brunes et luisantes, se développe rapidement. Des bractées trilobées, de bleu clair à pourpre, sont disposées autour du cône en spirale et derrière elles paraissent en saillie des écailles ovulaires bilobées plus grandes et d'un bleu plus foncé (7). Au moment de la pollinisation, les cônes femelles mesurent environ 1 cm de longueur. Par la suite, les écailles se développent rapidement et verdissent et les cônes deviennent pendants. La fécondation a lieu environ de quatre à six semaines après la pollinisation.

Les cônes atteignent leur taille définitive en août; ils ont alors environ 2,5 cm de longueur et 1,0 cm de largeur (8). Au cours de la maturation subséquente, les tissus végétatifs se déshydratent et meurent, et la couleur évolue graduellement vers le brun. La plupart des graines sont libérées à la fin de septembre et en octobre, mais parfois plus de 50% d'entre elles sont retenues et sont libérées graduellement jusqu'au printemps suivant. A maturité, la graine mesure environ 3 mm de longueur, 1,6 mm de largeur et 1,1 mm d'épaisseur (9), mais sa taille est plutôt variable. L'embryon s'étend sur environ 90% de la longueur de la graine et l'aile de cette dernière mesure de 8 à 9 mm de longueur sur 3 mm de largeur. Le nombre de graines dans un kilogramme varie d'environ 0,5 à 1,3 million.

Cyprès jaune

1. Au cours des années de production abondante, il n'est pas rare de trouver des cônes mâles et femelles sur la même branche. (a) Cônes d'un an.

2. Les cônes femelles se trouvent au bout de pousses courtes situées près de l'extrémité de branches végétatives vigoureuses. Ils sont environ deux fois plus gros que l'extrémité des pousses végétatives et d'un bleu verdâtre foncé ou gris bleuâtre.

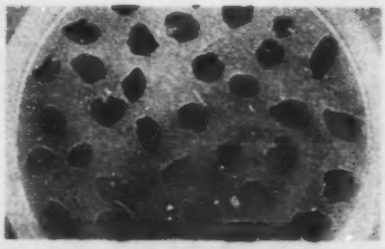
3. Les cônes mâles entrant en dormance hivernale à un stade avancé de développement. Mesurant environ 3 mm de longueur, ils ont une forme ovoïde et sont pourvus de microsporophylles vertes et de sacs polliniques jaunes.

4. Au moment de la pollinisation, les écailles ovulaires auxquelles sont soudées les bractées se séparent et exposent le bout des ovules.

5. Les cônes d'un an sont déjà complètement développés, mais ils sont verts et tendres.

6. Les cônes d'un an sont faciles à couper. L'intérieur est de couleur claire, et les graines sont petites, blanches et molles.

7. A la fin de la deuxième saison de croissance, les cônes sont durs et bruns, avec des lignes saillantes entre les écailles. Il faut environ 130 000 cônes pour faire un hectolitre.



8. La graine, d'environ 5 mm de longueur, est brun foncé avec des ailes brun clair. On trouve environ 7 graines par cône, et il faut environ 230 000 pour faire un kilogramme. Leur viabilité est très variable.

Cyprès jaune

Chamaecyparis nootkatensis **(D.Don) Spach**
par S.Eis et D.Craigdallie

On rencontre le cyprès jaune à des altitudes élevées et sur des pentes fraîches du Nord. Dans son domaine de distribution naturelle, il est rarement prolifique mais il produit habituellement des graines chaque année. Les bonnes récoltes sont peu fréquentes et surviennent à intervalles irréguliers. Lorsque la production est faible, les cônes femelles se trouvent sur les branches supérieures vigoureuses de l'arbre, alors que les cônes mâles occupent les branches inférieures moins vigoureuses. Au cours des années de production abondante, des cônes mâles et des cônes femelles peuvent être produits sur la même branche: l'extrémité reste végétative, les pousses courtes distales de la branche principale portent les cônes femelles et les longues pousses proximales portent les cônes mâles.

Le cyprès jaune ne produit pas de bourgeons ni d'écailles de bourgeon. A la place, l'apex végétatif est enveloppé de feuilles squamiformes et de primordiums foliaires à divers stades de développement qui forment une arche (1). Les structures reproductrices sont formées par transformation graduelle des apex végétatifs des pousses (2 et 3).

CONES

Les cônes mâles (1) sont généralement beaucoup plus abondants que les cônes femelles (2) et, les années de grande production, ils peuvent occuper presque toutes les extrémités des pousses. Une nouvelle pousse apparaît latéralement un peu au-dessous du cône mâle et, après la pollinisation et la chute des cônes mâles, elle se développe végétativement pendant quelques semaines. Cette nouvelle pousse peut soit demeurer végétative, soit produire un cône mâle au cours de l'année suivante.

Comme chez tous les conifères, le développement des structures reproductrices a lieu au cours de l'été de l'année précédant la pollinisation. Au début de la période de dormance hivernale, les cônes mâles (3) sont de forme ovoïde et mesurent environ 3 mm de longueur. Les microsporophylles vertes ou vert pâle sont complètement exposées, avec habituellement deux mais parfois trois microsporanges (sacs polliniques) qui sont attachés à leur base et qui dépassent. Les microsporanges sont jaunes, car le pollen est déjà à un stade avancé de développement.

Les cônes femelles (2) se forment au bout de nouvelles pousses courtes latérales situées près de l'extrémité de la pousse principale d'une branche. Leur développement initial est peu différent de celui des cônes mâles, sauf qu'il ne se produit pas de jeunes pousses ni de graines par la suite. Pendant la période de dormance hivernale, les nouveaux cônes femelles (2) mesurent de 2 à 3 mm de longueur et sont recouverts des bractées et écailles ovulaires soudées, de couleur noire. Il y a généralement trois ovules à l'aisselle de chaque écaille de la première paire. On observe parfois une seconde paire.

DEVELOPPEMENT

Pendant l'hiver, le développement est faible. Au début du printemps, l'axe du cône mâle s'allonge et les sacs polliniques s'argrandissent et donnent au cône une couleur jaune brillant. La pollinisation se produit à la fin d'avril. A ce moment, les écailles ovulaires se séparent (4) et exposent le bout des ovules. La fécondation a lieu à la fin de l'été, environ trois mois après la pollinisation. Avant le mois d'octobre, le développement de l'embryon s'arrête. Les cônes, dont le diamètre varie de 7 à 12 mm, ont alors presque atteint la taille qu'ils ont à maturité (5). Ils sont ronds, verts à vert-pourpre et tendres; les graines (6) non encore rendues à maturité sont petites, molles et blanches. Même si elles contiennent généralement un embryon, elles ne sont pas en mesure de germer. A ce stade, les cônes entrent en dormance hivernale.

Le développement de l'embryon se poursuit au cours du printemps suivant, et les cônes et les graines atteignent leur maturité avant la fin du mois d'août de la deuxième année. Les cônes deviennent d'abord vert-jaune, puis bruns à brun rougeâtre, et les lignes entre les écailles deviennent nettes et se soulèvent (7). Les graines (8), d'environ 5 mm de longueur, sont brun foncé avec des ailes brun pâle, sèches et dures. Contrairement aux ailes des graines de la plupart des autres conifères, celles du cyprès jaune ne se développent pas à partir des écailles ovulaires, mais sont de minces extensions latérales du tégument; elles donnent à la graine une forme ovale. La plupart des graines sont libérées à la fin d'octobre, mais certaines ne le sont pas avant le milieu de l'hiver.

Les graines sont de taille variable, et leur nombre va de 150 000 à 400 000 dans un kilogramme. En général, leur taux de germination est faible, et la stratification avant semis est recommandée.

Mélèzes

1. Les bourgeons à feuilles ont une forme ovoïdale et sont recouverts en grande partie par les aiguilles résiduelles de l'année précédente.

2. Les bourgeons mâles sont plus gros, de forme hémisphérique ou vaguement ovoïdale, et leurs écailles font saillie parmi les aiguilles résiduelles de l'année précédente.

3. De forme ovoïdale, les bourgeons femelles sont les plus gros, et ce sont eux qui ressortent le plus.

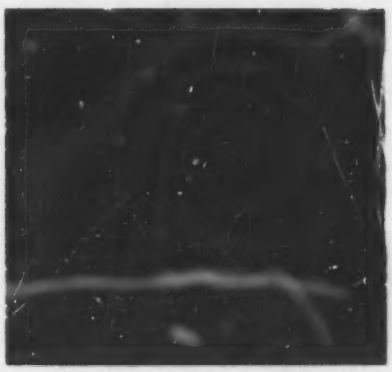
4. Les ébauches d'aiguilles contenues dans les bourgeons à feuilles sont vertes et serrées les unes contre les autres.

5. Les microsporophylles, dont la forme rappelle celle des feuilles, portent à leur face inférieure les sacs polliniques jaunes.

6. Les bractées et les écailles sont des structures distinctes de couleur verte et en forme de feuille, bien que les écailles puissent être petites.

7. Lorsque le temps de la pollinisation arrive, les cônes mâles s'allongent, occasionnant ainsi la séparation des microsporophylles.

8. Les bractées des cônes femelles se séparent pour permettre la pénétration du pollen.



9. Les cônes passent du vert au brun lorsqu'ils sont mûrs.

10. Les graines ont une forme triangulaire, et leur couleur varie du brun pâle au brun rougeâtre.

Photographies 4, 5, et 6—BCMF

Mélèzes

Mélèze occidental, *Larix occidentalis* Nutt.
Mélèze subalpin, *Larix lyalli* Parl.
Mélèze laricin, *Larix laricina* (Du Roi) K. Koch

par S. Eis et D. Craigdallie

On trouve en Colombie-Britannique les trois espèces de mélèzes indigènes du Canada. Comme elles diffèrent très peu, c'est l'appareil reproducteur de l'espèce la plus commune, le mélèze occidental, qui sera décrit.

Les cônes des mélèzes sont ordinairement répartis dans la partie du houppier qui n'est pas exposée à l'ombre. Toutefois, comme chez la plupart des conifères, les appareils reproducteurs femelles se retrouvent plus fréquemment dans la partie supérieure de l'arbre, tandis que les appareils mâles sont ordinairement attachés aux branches moins vigoureuses du centre ou de la partie inférieure du houppier. Ces appareils croissent sur des pousses courtes latérales dont la fonction végétative (c'est-à-dire la production d'aiguilles) a été remplacée par une fonction reproductrice (c'est-à-dire la production de cônes). Comme ces pousses se développent durant la seconde saison de croissance à partir des bourgeons qui sont à l'aisselle d'aiguilles sur les pousses nouvelles, les cônes apparaissent sur les pousses à partir de la troisième saison de croissance et ne se trouvent jamais près de l'extrémité des branches.

DESCRIPTION DES BOURGEONS

Pendant le repos hivernal, les bourgeons à feuilles (1) mesurent de 3 à 4 mm de largeur et de 2 à 3 mm de hauteur, et, attachés à leurs courtes pousses latérales, ils ressemblent vaguement à des oeufs. L'écorce pubescente de la pousse courte, dont la couleur varie du gris pâle au brun-gris pâle, ressemble aux écailles extérieures des bourgeons. Les aiguilles résiduelles de l'année précédente sont étalées les unes contre les autres et semblent former une arche au-dessus du bourgeon, en cachant les écailles brunes, glabres et quelque peu résineuses qui ressemblent à des plumes. Les écailles intérieures sont membraneuses. Le bourgeon à cône pollinique dormant, ou bourgeon mâle (2), mesure environ 4 mm de largeur et 3 mm de longueur; il a une forme hémisphérique ou vaguement ovoïdale. Ses écailles brunes font beaucoup plus saillie parmi les aiguilles qui restent que celles du bourgeon à feuilles. Le bourgeon séminal, ou bourgeon femelle (3), mesure de 4 à 5 mm de largeur et 4 à 5 mm de longueur. Comme il est plus long, il fait encore plus saillie que le bourgeon mâle. Sur sa lambourde latérale, il a une forme ovoïdale ou quasi ovoïdale.

Lorsqu'on ouvre un bourgeon ou qu'on enlève ses écailles, on peut facilement en reconnaître la fonction. Le bourgeon à feuilles (4) est formé de petites aiguilles vertes et pointues, en forme de bateau, disposées autour d'un axe. Tout l'appareil mesure moins de 2 mm de longueur, mais il remplit entièrement la cavité du bourgeon en raison de la petitesse de celui-ci.

Le bourgeon mâle (5) consiste en un axe court autour duquel sont disposées de façon compacte de petites microsporophylles en forme de feuille qui portent à leur face inférieure deux grands microsporanges, ou sacs polliniques, vert-jaune remplis de pollen jaune, dans un état de développement avancé. Pendant la période de dormance, le cône mâle mesure environ 3 mm de largeur et 2 mm de longueur.

Le cône femelle (6) consiste en un axe presque conique qui en atteint presque l'extrémité et est recouvert d'un grand nombre de bractées vertes, longues, étroites et très pointues. Chaque bractée porte sur sa face ventrale supérieure une écaille ovulaire rudimentaire visible à l'aide d'une loupe seulement. On peut toutefois distinguer les bractées à l'oeil nu et reconnaître le cône femelle.

DEBOURREMENT ET POLLINISATION

Les cônes reproducteurs recommencent à se développer durant la première moitié de mars, deux à trois semaines avant les bourgeons à feuilles. Ces derniers se gonflent vers la fin de mars, au moment où les cônes émergent des écailles. Toutefois, au cours de la seconde moitié d'avril, à l'époque de la pollinisation, les aiguilles semblent être toutes sorties.

Peu avant la pollinisation, l'axe du cône mâle s'allonge, occasionnant ainsi la séparation des microsporophylles (7), qui, soutenues par des tiges courtes et minces, sont alors complètement développées et mesurent environ de 5 à 7 mm de longueur. Les microsporophylles sont généralement jaunes, mais leur couleur peut varier du vert-jaune à l'orange pâle. Les sacs polliniques se fendent le long d'une ligne où la paroi est mince du côté dorsal. Les grains de pollen ne sont pas munis de sacs aérifères.

Durant la première moitié de mars, l'axe du cône femelle s'allonge rapidement et émerge des écailles du bourgeon. Lorsque le temps de la pollinisation arrive, les entrenoeuds se sont allongés suffisamment, laissant entre les bractées de grands espaces par où le pollen peut entrer pour atteindre l'écaille ovulaire. Les cônes femelles (8) mesurent alors de 12 à 20 mm de longueur et de 10 à 15 mm de largeur, et les bractées sont perpendiculaires à l'axe. Leur couleur varie du vert pâle au pourpre ou au rouge.

MATURATION

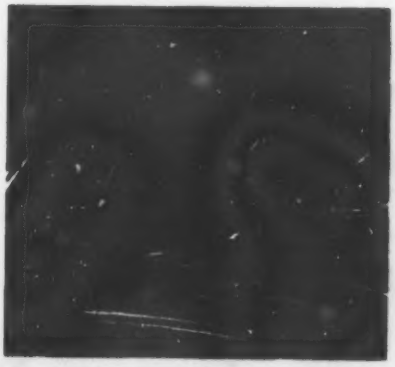
Après la pollinisation, les cônes deviennent verts et grossissent. Les cônes mûrs du mélèze laricin dépassent rarement 15 mm. A mesure que les cônes mûrissent, à la fin d'août ou au début de septembre, leur couleur change du vert au brun ou au brun-pourpre. D'ordinaire, les graines sont libérées au début d'octobre, mais des cônes vides, qui deviennent avec le temps brun foncé, peuvent rester attachés aux arbres pour une période de temps indéfinie. La cueillette des cônes devrait se faire vers le milieu de septembre. Il faut de 10 000 à 15 000 cônes pour faire un hectolitre, et jusqu'à 25 000 dans le cas des cônes, plus petits, du mélèze laricin.

Les graines (10) sont ailées et ont une forme presque triangulaire. Elles mesurent de 3 à 4 mm de longueur, de 2,0 à 2,5 mm de largeur et environ 1,2 mm d'épaisseur (ces dimensions peuvent varier considérablement); leur couleur va du brun pâle au brun rougeâtre. Il y a entre 250 000 et 500 000 graines dans un kilogramme, et il peut y en avoir jusqu'à 1 million dans le cas des graines du mélèze laricin. Le pourcentage de germination est variable.

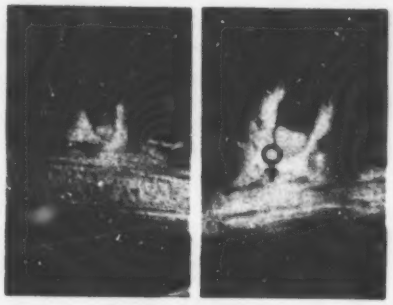
Sapin grandissime

1. Les bourgeons terminaux sont toujours à feuilles.

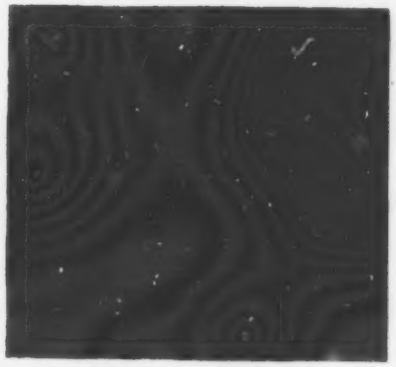
2. Les bourgeons à feuilles latéraux sont plus petits que les bourgeons femelles et donnent des pousses courtes et chétives.



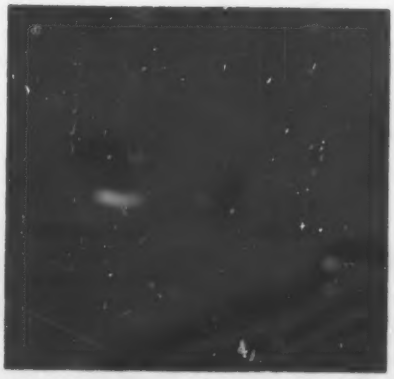
3. Les bourgeons femelles sont gros et tournés vers le haut.



4. En période de dormance hivernale, la courte pousse de l'année suivante ne remplit pas entièrement la cavité d'un bourgeon à feuilles, en position latérale. Chez le bourgeon femelle, le cône remplit la cavité.

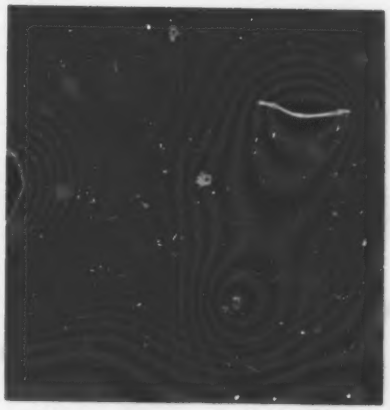


5. Les bourgeons mâles sont en position axillaire sur le côté inférieur des pousses moins vigoureuses.

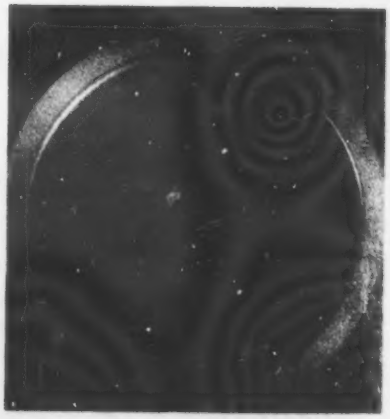


6. Les cônes mâles atteignent leur grosseur maximale en avril, et leur couleur tourne peu à peu au jaune.

7. Les cônes femelles s'allongent rapidement en avril. Seules les bractées sont visibles.



8. Les cônes demeurent en position dressée. Ils se désagrègent sur les branches par temps venteux et il n'en reste que l'axe en forme d'épi.



9. Les graines, de forme triangulaire à oblongue, sont brunes ou brun-roux.

* bourgeons à feuilles

Sapin grandissime

***Abies grandis* (Dougl.) Lindl.**

par S.Eis et D.Craigdallie

Le sapin grandissime commence à donner des cônes vers l'âge de 50 ans. Par la suite il en produit assez fréquemment (souvent tous les deux ou trois ans) mais presque jamais abondamment.

C'est par la position qu'on peut le mieux reconnaître la fonction probable d'un bourgeon. Les bourgeons terminaux donnent toujours des feuilles (1). Les cônes à graines se développent seulement à partir des bourgeons axillaires tournés vers le haut (3), dans la partie supérieure du houppier, et les cônes polliniques, seulement à partir des bourgeons axillaires sur le côté inférieur des branches moins vigoureuses, dans le bas du houppier (5).

Chaque année apparaissent sur les arbres adultes des primordiums qui peuvent donner des cônes mâles ou femelles ou des pousses végétatives, ou encore demeurer latents; cela dépend probablement des conditions de l'environnement qui ont précédé. Comme, en période de dormance, il est difficile de déterminer par son apparence extérieure si un bourgeon donnera un cône à graines, on suggère de le disséquer.

DEVELOPPEMENT DES BOURGEONS

Durant la période de repos hivernal, les bourgeons à feuilles (1) ont une forme sphérique ou ovoïde; ils mesurent environ 3 mm de diamètre et sont ordinairement recouverts d'une couche de résine. En position terminale (1) ils ont environ 35 écailles; en position latérale, à peu près 25 seulement. Les bourgeons dormants (2) ont à leur extrémité une sorte de dôme d'environ 1 mm de hauteur et de 1,5 mm de largeur sous lequel on reconnaît déjà la pousse entière de l'année suivante (4). Les écailles extérieures sont vert foncé, vert-brun ou brunes et ressemblent à du cuir, tandis que les écailles intérieures sont vertes, membraneuses et translucides.

Les cônes femelles sont isolés ou groupés par deux ou trois. En période de dormance, le cône remplit complètement la cavité du bourgeon (4). Il mesure alors environ 2,5 mm de largeur et 4 mm de longueur et possède toutes ses bractées et presque toutes ses écailles ovulaires. Le bourgeon est recouvert de résine; il a une forme sphérique ou ovoïdale et mesure environ 7 mm de largeur et de 8 à 10 mm de longueur.

Sur les branches portant les bourgeons femelles, il y a généralement quelques bourgeons qui ne réalisent qu'une différenciation rudimentaire; ils avortent la plupart du temps. D'autres bourgeons, semblables en apparence aux bourgeons femelles et occupant une position identique sur les branches, donnent seulement des primordiums foliaires, puis de courtes pousses végétatives qui ne sont pas vigoureuses.

Les bourgeons mâles (5) se développent à partir des apex à l'aisselle de la plupart des aiguilles sur le côté dorsal (inférieur) des pousses moins vigoureuses. Ils sont plus petits que les bourgeons à feuilles et les bourgeons femelles en puissance; vers la fin de l'été, ils ont la forme d'un dôme. Avant la période de dormance, ils grossissent et deviennent sphériques. La couleur des bourgeons mâles dormants varie du vert pâle au bleu, au noir tirant sur le bleu ou au brun; ovoïdes ou sphériques, de 3 à 4 mm de diamètre, ils ont environ 20 écailles et sont ordinairement recouverts d'une mince couche de résine. Les cônes se trouvant à l'intérieur ont environ 2 mm de longueur, et leur couleur varie du vert au vert foncé; toutes leurs microsporophylles et tous leurs microsporanges sont déjà là pour la saison suivante.

Sur les branches qui portent des cônes mâles, beaucoup de bourgeons produisent seulement quelques écailles, après quoi ils demeurent inactifs.

DEBOURREMENT

Vers le milieu de mars, les cellules commencent à se diviser dans les cônes mâles et femelles. Les cônes mâles sont les premiers à grossir, et les bourgeons les renfermant éclosent vers le début d'avril, deux semaines ou plus avant les bourgeons femelles et environ trois semaines avant les bourgeons à feuilles.

Les cônes mâles (6) sont d'abord pourpres, orange ou rouge bleuâtre, et, à mesure que les microsporanges grossissent, ils deviennent peu à peu vert pâle et ensuite jaunes. Le pollen est libéré environ trois semaines après l'éclosion. Les cônes tombent à l'automne et durant l'hiver, mais les réceptacles demeurent sur les rameaux pendant de nombreuses années.

Après l'éclosion des bourgeons, les cônes femelles (7) s'allongent rapidement. Les bractées deviennent environ six fois plus longues qu'en période de dormance. L'allongement de l'axe du cône entraîne la séparation des bractées, et à ce moment, soit vers la fin d'avril, les cônes femelles sont vraisemblablement prêts à recevoir le pollen. Lorsque les conditions atmosphériques sont favorables, le pollen est libéré, d'ordinaire aussitôt que les bractées sont séparées. Au moment de la pollinisation, les cônes femelles mesurent environ 25 mm de longueur, et leur couleur varie du vert pâle au vert-bleu ou au vert-pourpre; ils sont en position dressée. Après la pollinisation, les bractées se referment vers le haut et vont s'appliquer fortement contre le cône.

Peu après la pollinisation, les écailles ovulaires recouvrent les bractées. Les cônes, auxquels les bractées donnaient une couleur allant du vert-jaune au vert-pourpre, prennent alors la couleur grise, bleu foncé ou pourpre foncé des écailles ovulaires. Les cônes (8) demeurent dressés et atteignent leur grosseur maximale au début ou au milieu de juillet; leur longueur est alors de 6 à 7 cm environ, et leur diamètre, d'à peu près 3 cm. Au cours du mois d'août, les cônes brunissent peu à peu.

Les cônes sèchent, perdent leurs écailles et, sous l'action du vent qui fait remuer les branches, se désagrègent. Les graines se dispersent à la fin de septembre ou au début d'octobre, et les cônes, dont il reste seulement l'axe en forme d'épi, peuvent demeurer sur l'arbre pendant plusieurs années.

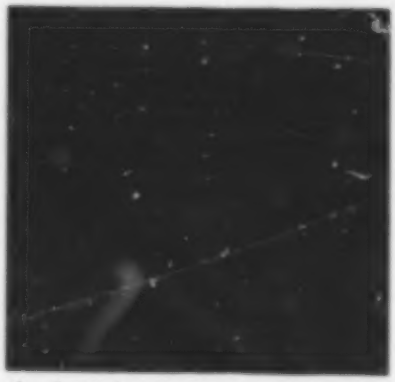
Une fois arrivées à maturité (9), les graines ont une forme triangulaire ou oblongue typique et sont munies de grandes ailes; elles ont environ de 6 à 7 mm de longueur, 4 mm de largeur et 2 mm d'épaisseur. Leur tégument, plutôt mou, est brun, brun-gris, brun crème ou brun-roux. Un endosperme charnu occupe la plus grande partie de la graine et peut contenir un embryon bien développé aussi long que lui. Un hectolitre contient entre 700 et 1200 cônes, ce qui donne environ 3 à 4 kg de graines; il faut de 30 000 à 60 000 graines pour faire un kilogramme. Le pourcentage de germination est très variable, soit de 20 à 65; en moyenne, il est de 50.

Epinettes de l'Intérieur

1. Les bourgeons à feuilles sont petits et complètement recouverts par des écailles extérieures vertes.

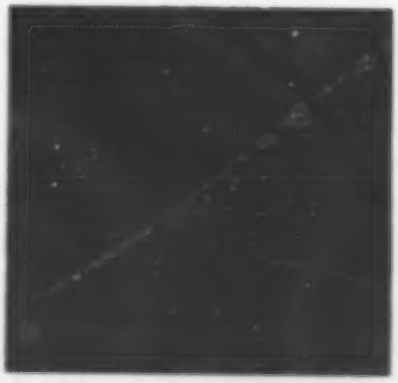
2. Les bourgeons à feuilles renferment dans une grande cavité un axe court sur lequel se trouvent des aiguilles disposées en spirale.

3. La largeur des bourgeons mâles est maximale au centre.



4. Les microsporanges remplissent la cavité des bourgeons.

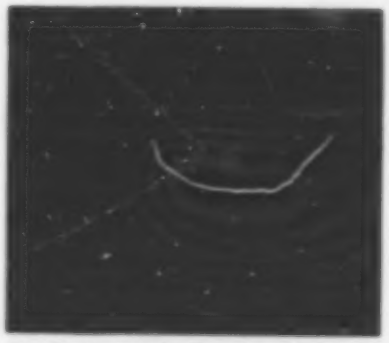
5. La largeur des bourgeons femelles est maximale près de la base.



6. On reconnaît facilement comme distinctes les bractées et les écailles.

7. Au moment de la pollinisation, les microsporanges sont devenu des sacs polliniques arrondis.

8. Pendant la pollinisation, les cônes femelles sont en position dressée avec leurs écailles perpendiculaires à l'axe pour permettre l'entrée du pollen.



9. Seules les écailles des cônes sont visibles, car le développement des bractées s'est terminé avant la pollinisation.

10. Les graines, d'environ 2,5 mm de longueur, sont brun pâle et lustrées.

* bourgeons à feuilles

Epinettes de l'Intérieur

Epinette blanche, *Picea glauca* (Moench) Voss
Epinette d'Engelmann, *Picea engelmanni* Parry

par S.Eis et D.Craigdallie

L'épinette blanche et l'épinette d'Engelmann s'hybrident librement partout où leurs domaines de distribution se chevauchent. A l'exception des cônes, leurs structures reproductrices ne diffèrent que par de menus détails et elles seront examinées ensemble dans la présente publication.

L'épinette blanche et l'épinette d'Engelmann sont des producteurs sporadiques de cônes; les bonnes productions surviennent environ tous les six ans, avec en général une ou deux productions faibles dans l'intervalle. La production de cônes commence aux environs de la quarantième année, mais cela varie considérablement selon le lieu. Comme chez la plupart des conifères, les structures reproductrices femelles apparaissent à la partie supérieure de la cime, et les structures mâles, à mi-cime, mais elles s'entremêlent beaucoup les années de grande production au cours desquelles des bourgeons à fleurs peuvent apparaître partout sur la pousse. Les bourgeons à fleurs se développent principalement en position terminale et subterminale, ce qui arrête la croissance de la pousse et finit par produire des semenciers à cime irrégulière et déformée.

Le début du processus reproducteur dans les bourgeons a lieu tôt pendant la saison de croissance, mais les bourgeons à fleurs sont rarement différenciables des bourgeons à feuilles avant la mi-septembre environ, sauf au microscope. Le développement se poursuit jusqu'à la période de dormance hivernale, et la différenciation devient progressivement plus facile, en particulier si l'on coupe et ouvre le bourgeon ou si on lui enlève les écailles.

DESCRIPTION DES BOURGEONS

En général, la taille des bourgeons décroit proportionnellement à leur distance du bout de la branche. Pendant la dormance hivernale, les bourgeons feuilles (1) sont petits (de 4 à 6 mm de longueur) et en forme de dôme, tandis que les bourgeons à fleurs (3 et 5) sont plus longs, de 5 à 8 mm, et de forme ovée à obovée. Les écailles extérieures de tous les bourgeons sont épaisses et vertes, et dans le cas des bourgeons à feuilles elles les recouvrent complètement. Chez les bourgeons à feuilles elles les recouvrent complètement. Chez les bourgeons à fleurs, les écailles membraneuses internes, brunes et luisantes, ressortent à la partie supérieure du bourgeon. Les bourgeons femelles (5) sont habituellement plus pointus que les mâles (3), et leur partie la plus large se trouve près de la base, tandis qu'elle est au milieu pour les mâles (3). Il est souvent difficile de reconnaître le sexe des bourgeons à fleurs d'après leur aspect extérieur, et il peut être nécessaire de pratiquer une dissection ou d'employer une loupe.

Le bourgeon à feuilles est constitué d'une large cavité (2) et, à sa base, d'un petit monticule de primordiums foliaires verts et très pointus, disposés en spirale autour de la pousse de l'année suivante. En coupe transversale, les primordiums foliaires se présentant obliquement. Par contre, dans les bourgeons à fleurs (4 et 6), les cônes remplissent en général complètement la cavité. Dans le cône femelle (6), les appendices disposés en spirale sont également verts mais plus grands; il est facile d'y reconnaître comme des structures distinctes les bractées, et, à leur aisselle, les écailles ovulaires qui portent chacune deux ovules à leur face supérieure. Le bourgeon mâle contient un cône pollinique (4) qui consiste en un axe court recouvert de microsporophylles foliacées vert pâle, disposées en spirale et portant deux microsporanges vert-jaune à leur face inférieure.

DEBOURREMENT

La période de développement des bourgeons varie selon la situation géographique et les conditions météorologiques entre la fin d'avril et la fin de mai. Les bourgeons à feuilles éclosent une à deux semaines après les bourgeons à fleurs. A l'intérieur du bourgeon mâle, l'axe du cône s'allonge, séparant ainsi les microsporophylles; les microsporanges grossissent et forment des sacs polliniques arrondis (7). Au moment de la pollinisation, qui dure de 8 à 10 jours entre la fin de mai et la fin de juin, le cône mâle (7) mesure de 12 à 15 mm de longueur, les microsporophylles foliacées sont de couleur vert-jaune à orange ou pourpre clair, et les sacs polliniques sont jaune crème. Peu après, le cône mâle se déshydrate, brunit et tombe.

A l'intérieur du bourgeon femelle, le cône s'allonge et les écailles ovulaires grossissent. Au moment de la pollinisation, il mesure de 18 à 25 mm de longueur et se trouve en position dressée (8). Les écailles, perpendiculaires à l'axe, sont de couleur pourpre avec des bords plus clairs ou orange. Le développement des bractées se termine vers l'époque de la pollinisation; elles sont visibles mais plus courtes que les écailles. Après la pollinisation, les cônes femelles deviennent pendants et verdissent. La fécondation a lieu environ quatre semaines après la pollinisation.

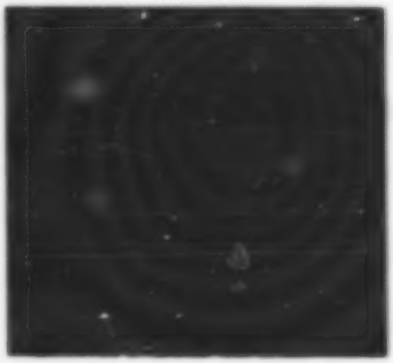
Les cônes atteignent leur taille maximale vers le début d'août. Ils mesurent environ 40 mm de longueur et de 12 à 15 mm de largeur, et seules les écailles sont visibles (9). Les graines semblent complètement développées à la fin d'août. Au cours de leur mûrissement subséquent, les tissus végétatifs se dessèchent et meurent, et les cônes prennent une couleur brun clair lustré. La libération des graines a lieu en septembre et, à la mi-octobre, les cônes sont habituellement vides; toutefois, certaines années, les graines sont également libérées sur la neige au cours de l'hiver. A maturité, les graines mesurent de 2,5 à 3,0 mm de longueur, moins de 2 mm de largeur et environ 1,5 mm d'épaisseur (10). Leur couleur lustrée va du brun au brun pâle. Leur aile fait environ 10 mm de longueur et 4 mm de largeur et est brun clair avec une bande brun foncé sur une marge. On compte de 18 000 à 24 000 cônes dans un hectolitre et de 8 à 20 graines dans un cône. Un kilogramme de graines compte de 300 000 à 900 000 graines dans le cas de l'épinette blanche et de 250 000 à 700 000 graines dans celui de l'épinette d'Engelmann.

Pin ponderosa

1. Les bourgeons à feuilles sont longs et minces.

2. Les bourgeons mâles sont disposés autour de la base d'un bourgeon à feuilles.

3. Les cônes mâles sont ovoïdes, jaunes ou jaune-pourpre et mesurent environ 18 mm de longueur.



4. Les cônes femelles sont dressés et occupent une position subterminale sur la pousse de l'année. Ils sont rouges ou pourpres.

5. Les microsporanges s'ouvrent le long d'une ligne prédéterminée, et le pollen est dispersé au début de juin.

6. Les bourgeons femelles se développent en cônelets avant la fin de la première année.

7. Au cours de la deuxième année, les cônes femelles grossissent rapidement et deviennent brun-roux ou brun lustré.

8. Les graines sont de forme ovoïde à triangulaire, grosses, brunes à brun-gris et tachetées.

Pin ponderosa

***Pinus ponderosa* Laws**

par S.Eis et D.Craigdallie

Le pin ponderosa commence à produire des cônes entre sa douzième et sa seizième année, mais la production est généralement sporadique. Une production suffisante pour une récolte a lieu tous les quatre à six ans.

Comme chez tous les pins, on trouve des cônes mâles et femelles sur le même arbre et même, lors des années de forte production, sur la même branche. Les cônes mâles et femelles peuvent être produits n'importe où dans la cime. Ils se trouvent toujours en position latérale. Les cônes mâles sont disposés en spirale à la base d'un bourgeon à feuilles ou, au printemps, à la base d'une pousse de l'année. Ils forment des groupes d'une vingtaine et sont visibles dès la fin d'août. Les cônes femelles sont solitaires ou se présentent en groupes de deux à quatre près de l'apex de la pousse de l'année, mais avant que celle-ci ne se soit allongée au printemps, on ne peut pas les déceler sans dissection.

DESCRIPTION DES BOURGEONS

Au cours de la période de dormance hivernale, les bourgeons à feuilles (1) consistent en une gaine d'écailles disposées en spirale autour de la pousse de l'année suivante. Cette pousse est formée d'un axe recouvert de lambourdes (faisceaux d'aiguilles comprimées). Les écailles extérieures des bourgeons sont de couleur brun rougeâtre à brun verdâtre, habituellement couvertes de gouttelettes de résine qui leur donnent un lustre blanchâtre. Les écailles internes sont brun clair, semi-transparentes et membraneuses.

Lorsqu'un grand nombre de bourgeons mâles se développent, ils poussent la gaine qui les recouvre au début et s'en débarrassent en grande partie pour apparaître comme des bourgeons séparés (2). Lorsqu'il n'y en a que quelques-uns, la gaine demeure et a l'apparence d'un large bourgeon à feuilles. Les cônes mâles se développent considérablement avant la période de dormance. La couleur des bourgeons va du vert-brun au brun-pourpre.

Les cônes femelles se développent entièrement à l'intérieur des écailles du bourgeon à feuilles terminal, et, vu leur position subterminale sur la pousse, leur différenciation est retardée jusqu'à ce que la différenciation acropète des faisceaux d'aiguilles ait lieu près de l'apex. Pendant la période de dormance, le cône femelle mesure moins de 1 mm de longueur. Il est constitué d'un axe court recouvert de bractées disposées en spirale, qui, à ce stade, ressemblent seulement à des excroissances latérales. Quelques écailles courtes en forme de capuchon recouvrent le cône entier.

Alors que les bourgeons à feuilles et les cônes mâles entrent dans un état de dormance pendant l'hiver et poursuivent leur développement au printemps suivant, les cônes femelles continuent à se développer à la fin de l'automne et au cours de l'hiver.

POLLINISATION

Les cônes mâles ou à microsporanges qui émergent des bourgeons au printemps sont habituellement verts teintés de rouge mais, sur certains arbres, ils peuvent être rouges, pourpre clair ou pourpre-jaune. Ils gardent cette couleur jusqu'à ce que les microsporanges, en grossissant, écartent les microsporophylles. Une fois exposés, les microsporanges semi-transparents, remplis de pollen jaune, donnent à l'ensemble une couleur jaune ou pourpre-jaune (3). Au moment de la pollinisation, chaque cône mesure de 14 à 20 mm de longueur et de 6 à 8 mm de largeur.

Les cônes femelles ou à mégasporanges (4) apparaissent au printemps en position subterminale sur les pousses en développement. Ils sont pourpre foncé ou rouges avec d'étroites bordures orange ou jaunes sur les bractées; les écailles ne sont pas visibles. Sans leur court pédoncule, ils mesurent environ 8 mm de longueur et 5 mm de largeur. Ils sont dressés pour permettre l'entrée du pollen. En dépit de leur petite taille, ils sont très apparents parce que l'allongement des aiguilles n'est pas terminé.

Le pollen atteint la maturité avant la fin de mai. Lorsque le temps est sec, les microsporanges (5) s'ouvrent le long d'une ligne dorsale prédéterminée, et le pollen se disperse. La pollinisation a lieu pendant les deux ou trois semaines suivantes.

Peu après la pollinisation, les cônes mâles deviennent bruns, flétrissent et tombent, tandis que les cônes femelles se ferment pour former des cônelets pourpres compacts. La couleur de ces derniers tourne rapidement au brun ou au brun-vert et les écailles s'allongent, s'épaississent et deviennent la seule partie visible du cône. Les cônes femelles (6) se développent lentement au cours de la première année pour atteindre environ 25 mm de longueur avant l'automne. L'avortement des cônelets pendant cette période est fréquent, et on croit qu'il est dû à une pollinisation insuffisante.

Le développement du tube pollinique se fait rapidement au début, puis s'arrête jusqu'au printemps suivant. La fécondation a lieu en juin, 13 mois après la pollinisation. Les cônelets grossissent rapidement (7) et atteignent leur taille définitive vers le début de septembre. Leur couleur change de vert-jaune ou vert-brun clair à brun-jaune, brun-vert ou brun-roux lustré à mesure que les tissus végétatifs meurent et se dessèchent. A maturité, les cônes mesurent de 70 à 90 mm de longueur et environ 35 mm de largeur lorsqu'ils sont fermés et environ de 50 à 60 mm lorsqu'ils sont ouverts.

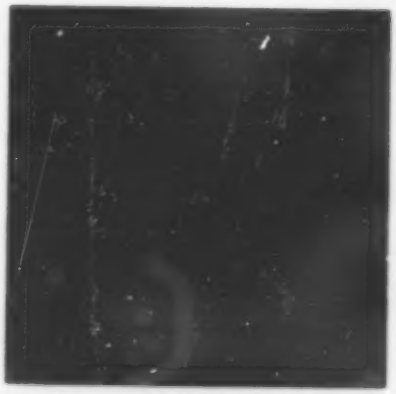
Les cônes s'ouvrent au cours des périodes chaudes et sèches du début d'octobre. Les graines sont lourdes, et la dispersion est restreinte.

Les graines de forme ovoïde à triangulaire, de couleur brune à brun-gris ou brun pâle, et habituellement tachetées, mesurent de 7 à 9 mm de longueur, de 4 à 6 mm de largeur et de 3 à 4 mm d'épaisseur. L'aile en forme de bateau mesure de 18 à 28 mm de longueur et de 8 à 12 mm de largeur. Un hectolitre de cônes contient de un à trois kilogrammes de graines, et il faut de 15 000 à 50 000 graines pour faire un kilogramme. On a déjà conservé des graines pendant 18 ans sans perte significative de viabilité. Le pourcentage de germination varie entre 50 et 80.

Thuya géant

1. Le thuya géant ne produit pas de bourgeons. L'extrémité des pousses est couverte de feuilles et de primordiums foliaires.

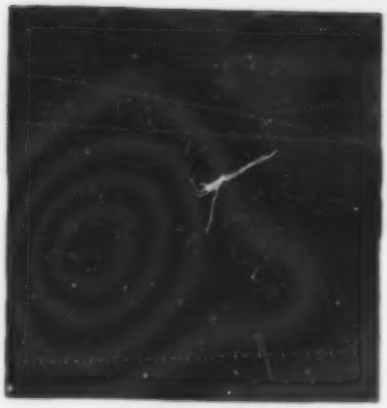
2. Les cônes femelles sont ovoïdes, à pointe arrondie et vert-brun.



3. Les cônes mâles sont globuleux, lisses et brun foncé ou noirs.

4. Le cône femelle possède de 8 à 12 bractées en forme d'écusson, disposées par paires opposées. Au moment de la pollinisation, les bractées s'incurvent vers l'extérieur et donnent au cône un aspect épineux.

5. Le cône mâle est rond avec un court pédoncule. Les microsporanges jaune rougeâtre sont clairement visibles entre les microsporophylles de couleur brune.



6. Les cônes restent dressés durant tout leur développement. Seulement trois ou quatre écailles et bractées soudées de la partie médiane du cône portent des graines.

7. Les cônes peuvent être produits en abondance dans la majeure partie de la cime.

8. Les graines sont longues et étroites et munies d'une paire d'ailes papyracées. On en compte environ 500 000 à 1,3 million dans un kilogramme.

Thuya géant

Thuja plicata **Donn**

par S.Eis et D.Craigdallie

Le thuya géant commence normalement à produire des cônes vers l'âge de 20 à 30 ans, mais peut commencer quelques années plus tôt s'il est totalement exposé. Les cônes sont produits à des intervalles de 2 à 4 ans, et la récolte est normalement abondante. Sur les arbres exposés, les cônes peuvent être répartis dans toute la cime les années où la production est élevée.

Le thuya géant ne produit pas de bourgeons. Les extrémités végétatives (1) sont recouvertes de feuilles et de primordiums foliaires à divers stades de développement. Les feuilles sont petites et en forme d'écaille; les branches sont aplaties et en deux rangées.

EXTREMITE DES POUSSES

Le développement des pousses commence au printemps, environ un mois plus tôt que chez la plupart des autres conifères. Lorsque plusieurs paires de feuilles ont été produites, l'extrémité de certaines pousses se transforme graduellement en structure reproductrice rudimentaire. Les cônes femelles (2) sont formés sur de courtes pousses latérales près de l'extrémité des branches principales. Les cônes mâles (3) se développent à l'extrémité de pousses un peu plus longues qui, depuis le début de la croissance au printemps, ont peut-être produit 30 paires de feuilles et souvent une courte pousse latérale avant de se transformer en structures mâles. Toutes les extrémités végétatives d'une branche peuvent se transformer en cônes reproducteurs. Lorsqu'elles ne le font pas toutes, elles qui restent végétatives sont situées près de l'apex des branches principales. Si des structures des deux sexes se trouvent sur une même branche, les cônes femelles occupent les pousses distales, et les mâles, les pousses proximales.

CONES

A la fin de la saison de croissance, les extrémités végétatives demeurent aplaties, en forme de pointe arrondie et couverte de feuilles vertes, tandis que les extrémités reproductrices changent de façon marquée. De courts pédoncules se développent au-dessus de la dernière feuille, faisant apparaître les extrémités reproductrices un peu au-dessus des feuilles (2 et 3). Les cônes mâles (3) sont globuleux et ont une surface lisse. La surface externe des microsporophylles prend graduellement une couleur brun foncé ou noire. Les cônes femelles (2) sont ovoïdes, se terminent en pointe arrondie, et leur couleur va du vert brunâtre foncé au vert foncé.

Les cônes des deux sexes mesurent environ 2 mm de long, et une loupe peut être nécessaire pour leur identification avant leur entrée en dormance. Les microsporophylles et les bractées sont tous deux disposés par paires sur le côté opposé de l'axe du cône.

Chaque cône mâle (5) renferme de 6 à 10 microsporophylles. Ceux-ci ont à peu près la forme d'écussons, leur base est perpendiculaire à l'axe du cône, et ils s'incurvent fortement au bout, formant une sorte d'arche au-dessus de l'apex. Trois microsporanges rougeâtres sont attachés à la face dorsale (inférieure) de chaque microsporophylle.

Le cône femelle (4) a 8 à 12 bractées en forme d'écusson. Elles sont comparables mais un peu plus étroites que le microsporophylles du cône mâle. Elles forment un angle aigu avec l'axe du cône et se recourbent légèrement à leur extrémité formant une arche au-dessus de l'apex. Une écaille rudimentaire reste soudée à la face ventralement deux, et parfois trois, ovules. Sur les six paires de bractées et écailles soudées, la paire proximale (du bas) et une ou deux paires distales (du haut) sont seulement partiellement pigmentées. Ce sont les trois ou quatre paires du centre qui donnent au cône sa couleur vert-brun ou vert foncé. A la fin de la dormance hivernale, l'extrémité des bractées se recourbe vers l'extérieur donnant à l'extrémité femelle un aspect épineux (4).

Peu après la fin de la dormance hivernale, l'axe du cône mâle s'allonge, forçant les microsporophylles à se séparer (5). Les microsporanges grossissent et apparaissent nettement sous la forme de lignes jaunes rougeâtres entre les microsporophylles. L'axe du cône femelle s'allonge également, les ensembles bractées-écailles se recourbent en sens contraire en exposant les ovules axillaires, et les bords des écailles se recourbent vers l'intérieur formant une sorte d'entonnoir qui dirige les grains de pollen vers les ovules. Seuls les ovules des trois ou quatre paires de bractées et écailles du centre du cône se développent complètement.

La pollinisation a lieu en mars et dure une à deux semaines. Vers cette époque, la cellule-mère des mégaspores subit une division méiotique. Peu après la pollinisation, les structures bractées-écailles s'allongent et épaississent, enfermant les ovules à l'intérieur du cône.

FECONDATION

Les gamétophytes femelles deviennent matures au cours de la dernière semaine de mai; les cônes sont verts et non ligneux, et les ovules grossissent pour atteindre leur pleine grosseur. Le pollen, qui a été enfermé dans le cône, germe, et le tube pollinique s'enfonce dans l'archégone. La cellule-mère des gamètes se divise en deux gamètes mâles. La fécondation se produit normalement dans les derniers jours de mai. A la mi-août, les embryons complètement développés mesurent environ 3 à 4 mm de long.

Les cônes femelles demeurent dressés durant tout leur développement (6). En août, leur couleur passe du vert au jaune au brun cannelle à mesure que leurs tissus se dessèchent. Les cônes (7) ont de 12 à 18 mm de long et de 4 à 6 mm de large lorsqu'ils sont fermés. La plupart s'ouvrent au cours de la première moitié d'octobre. Ceux qui s'ouvrent plus tôt ont ordinairement été attaqués par des insectes.

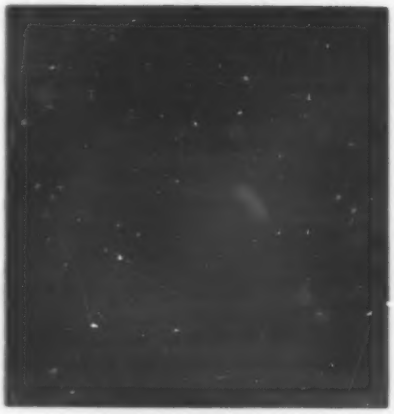
GRAINES

Les graines matures mesurent de 4 à 5 mm de long et environ 1,5 mm de large (8); elles présentent en coupe une forme elliptique et sont entourées de deux ailes papyracées (fines comme du papier) ayant environ 1,5 mm de large. Chez la plupart des autres conifères, l'aile se développe sur la face ventrale de l'écaille; dans la famille du cyprès, elle constitue un prolongement latéral de l'ovule.

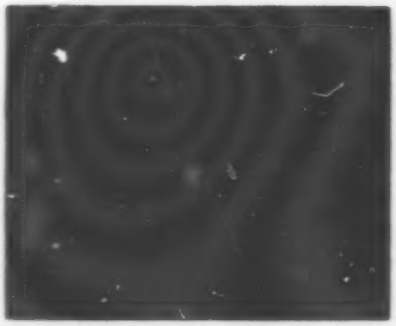
Même si l'on compte de 50 000 à 130 000 cônes dans un hectolitre, ceux-ci ne donnent qu'environ 150 000 à 500 000 graines viables. Le nombre de graines viables par cône est ordinairement de 3 ou 4. Il faut de 0,5 à 1,3 million de graines pour faire un kilogramme. Un nombre élevé indique qu'une forte proportion de graines sont petites, plates, vides ou endommagées par les insectes.

Épinette de Sitka

1. Les bourgeons à feuilles sont de forme conique et complètement recouverts d'écailles brun-vert.



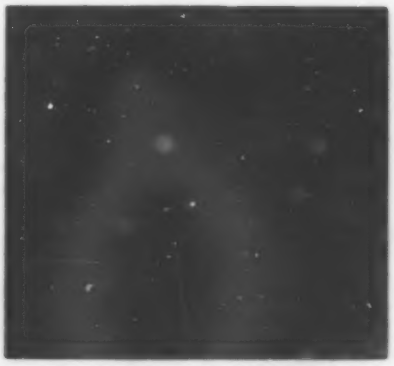
2. Les bourgeons mâles sont de forme ovoïde et plus larges au milieu.



3. Les bourgeons femelles sont également ovoïdes, mais plus larges à la base.

4. Le cône mâle est globuleux et gros, remplissant complètement la cavité du bourgeon. La cavité des bourgeons à feuilles n'est pas complètement remplie, et les écailles internes ne sont pas comprimées.

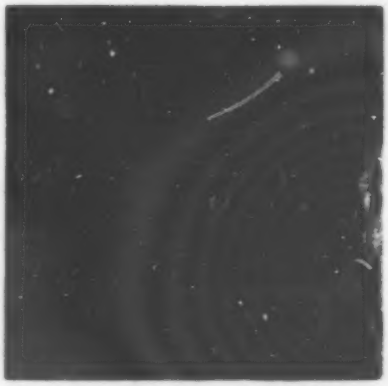
5. Le cône femelle est oblong et remplit complètement la cavité du bourgeon.



6. Au moment de la pollinisation, les cônes mâles sont jaunes, et leur axe s'allonge pour permettre la libération du pollen.

7. Les cônes femelles sont verts et dressés. L'écaille est l'élément saillant.

8. A maturité, les cônes sont bruns. La dispersion des graines a lieu au début de septembre. Au début d'octobre, elles ont presque toutes été libérées, mais une petite quantité ne l'est pas avant l'hiver.



9. Les graines sont petites et légères; il en faut de 300 000 à 900 000 pour faire un kilogramme.

Épinette de Sitka

Picea sitchensis (Bong.) Carr.
par S.Eis et D.Craigdallie

En croissance libre, l'épinette de Sitka peut parvenir à la maturité sexuelle en environ 20 ans, mais en peuplement, il ne commence à produire des cônes que vers l'âge de 25 à 40 ans. Sauf au nord de son aire où les récoltes de cônes sont peu fréquentes, les bonnes récoltes ont lieu tous les 3 ou 4 ans et il y a ordinairement une faible récolte dans l'intervalle.

En général, la taille des bourgeons végétatifs (1) et reproducteurs (2 et 3) dépend fortement de leur hauteur dans l'arbre. Plus on s'approche du sommet, plus les branches sont vigoureuses et plus les bourgeons sont gros.

Comme chez la plupart des conifères, les bourgeons femelles se trouvent surtout au haut, et les mâles, au milieu et au bas de la cime. Les années de production abondante de cônes, toutefois, il peut y avoir un chevauchement important chez les arbres en croissance libre. Les bourgeons reproducteurs se développent principalement en positions terminales et subterminales, mettant fin périodiquement à la croissance de la pousse terminale (2 et 3). Cela donne aux arbres producteurs de graines des branches aux formes irrégulières et tordues et des cimes déformées.

DESCRIPTION DES BOURGEONS

Chez la plupart des autres épinettes, les bourgeons à feuilles et à fleurs sont reconnaissables peu de temps après leur formation au cours de l'été. Chez l'épinette de Sitka, ils gardent une forme et une grosseur similaires jusqu'au milieu de septembre environ. Ils sont tous à peu près coniques, brun verdâtre à bruns et couverts ordinairement d'une "efflorescence" de cristaux résineux gris clair (1, 2 et 3). Avant septembre, pour identifier les bourgeons à fleurs, il faut recourir à la dissection et employer une loupe.

Dans la dernière partie de la saison de croissance et peut-être aussi au cours de l'hiver, les tissus des bourgeons à fleurs grossissent graduellement et la forme des bourgeons passe d'à peu près conique à ovoïde; aucun changement visible ne se produit dans les bourgeons à feuilles (1). Au cours de la dormance hivernale, les bourgeons à fleurs peuvent être différenciés des bourgeons à feuilles d'après leur forme, mais leur sexe peut seulement être estimé d'après la position dans la cime. Les bourgeons femelles (3) mesurent environ 6 à 8 mm et ont une forme oblongue à ovoïde-oblongue; les bourgeons mâles (2) mesurent de 4 à 6 mm de longueur, sont ovoïdes, et plus larges au sommet que les bourgeons femelles. Les bourgeons des deux sexes se terminent en pointe et sont recouverts d'écailles brunes ou brun verdâtre, souvent glabres, et ordinairement résineuses. Toutefois, l'identification devient facile à la dissection (4 et 5). Les cônes femelles (5) ont environ 4 mm de longueur, sont oblongs et verts, et la plupart des bractées et toutes les écailles ovulaires sont présentes; les cônes mâles (4) mesurent environ 3 mm, ont une forme sphérique, sont vert clair à vert jaunâtre, et le développement de tous les microsporophylles et microsporanges est commencé. Par ailleurs, l'extrémité végétative mesure environ 2 mm de long, est vert foncé et ne renferme que des aiguilles. Une loupe peut rendre l'identification plus facile mais n'est pas indispensable.

CONES

A la fin d'avril, les grains de pollen ont atteint le stade mature, ou à quatre cellules. Les cônes polliniques se sont allongés en écartant les unes des autres les microsporophylles. A maturité, ils mesurent de 15 à 20 mm de long et sont jaunes, jaune orange ou pourpre-jaune (6). La dissémination du pollen se produit vers la fin d'avril et dure environ une semaine.

Quant aux cônes femelles, ils s'allongent graduellement vers la mi-avril et sortent des écailles des bourgeons. A la fin du mois, ils sont totalement exposés sauf la base. L'allongement des entrenoeuds a créé des espaces entre les bractées et les écailles ovulaires, permettant aux grains de pollen de se glisser jusqu'aux ovules. Durant la pollinisation, les écailles ovulaires dépassent en hauteur les bractées sous-jacentes (7). Le stade réceptif dure environ 10 jours ou plus, étant donné que les ovules distaux sont exposés plusieurs jours avant les proximaux. Après la pollinisation, la croissance des écailles remplit les espaces internodaux et referme le cône. Vers la mi-mai, les cônes, verts, deviennent pendants, et seules les larges écailles paraissent. Les cônes polliniques vides se dessèchent et meurent mais peuvent rester sur l'arbre durant tout l'été.

FECONDATION

La germination des grains de pollen se produit environ une semaine après la pollinisation, et à la fin de mai, le tube pollinique s'est enfoncé dans le nucelle et a atteint l'archégone. La fécondation a ordinairement lieu au cours de la première semaine de juin. Toute oosphère non fécondée est détruite, mais à cette époque, même les ovules non fécondés ont une taille normale, et les téguments sont bien développés, formant des graines d'apparence normale mais vides.

A la mi-juin, les cônes ont atteint leur pleine longueur, mesurent 6 à 10 cm de long et sont fermés (jusqu'à 2 cm de large). La différenciation des tissus et la maturation se poursuit jusqu'à la mi-août. La couleur des cônes passe du vert au jaune au brun en août (8), et la dispersion des graines commence peu après. A la fin d'octobre, la plupart des graines ont été libérées, mais certaines peuvent l'être encore au cours de l'hiver et au début du printemps.

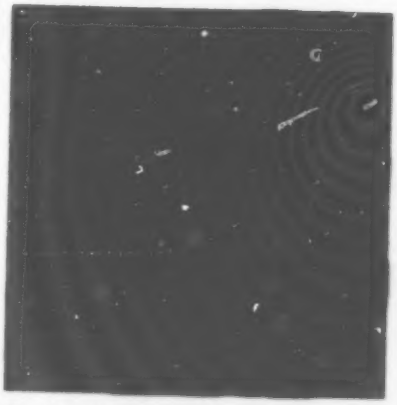
GRAINES

Il faut de 4000 à 6000 cônes pour faire un hectolitre. Les cônes peuvent parfois renfermer plus de 100 graines, mais en contiennent en moyenne beaucoup moins. On compte de 300 000 à 900 000 graines dans un kilogramme. Les graines de l'épinette de Sitka sont difficiles à distinguer de celles de l'épinette blanche et de l'épinette d'Engelmann. Elles mesurent toutes environ 2,5 à 3,0 mm de longueur, moins de 2,0 mm de largeur et environ 1,5 mm d'épaisseur (9). Celles de l'épinette de Sitka sont un peu plus plates sur un côté et plus rondes du côté opposé. Au micropyle, la forme de bec est plus accentuée et elles sont plus pointues que celles des deux autres espèces. L'aile est légèrement plus large, mesurant de 12 à 14 mm de long et de 4 à 5 mm de large, est plus pointue à l'extrémité distale et brun clair avec une ligne plus foncée le long d'un bord.

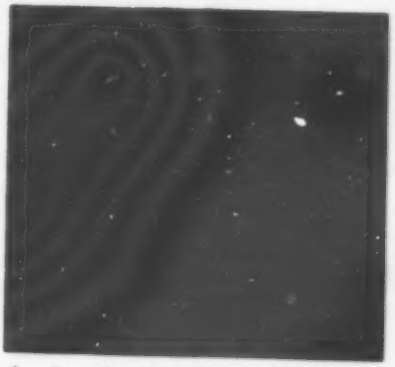
Pruche subalpine

1. Les bourgeons à feuilles sont petits et étroits et présentent une forme à peu près angulaire en coupe transversale étant donné que les écailles externes sont carénées.

2. Les primordiums d'aiguilles ne remplissent pas la cavité du bourgeon et les écailles internes de celui-ci ne sont pas comprimées.

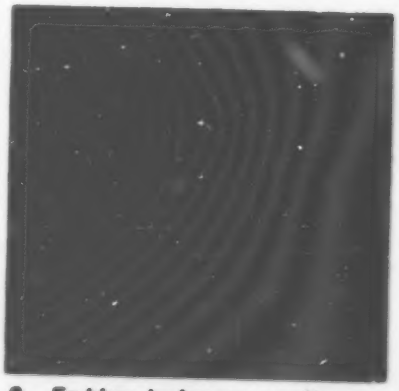


3. Les bourgeons femelles sont ovoïdes, un peu plus gros que les bourgeons à feuilles et de couleur rouge à pourpre. Les écailles externes ont une carène saillante.

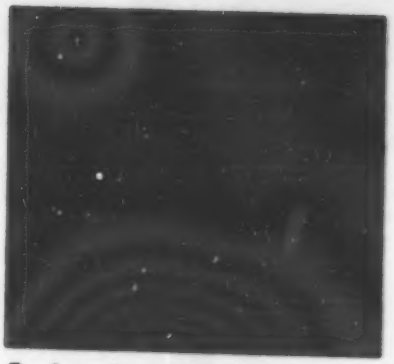


4. Le cône femelle est bien développé, remplissant complètement la cavité du bourgeon.

5. Les bourgeons mâles occupent des positions subterminales, sont ovoïdes et brun clair, et leurs écailles n'ont pas de carènes saillantes.

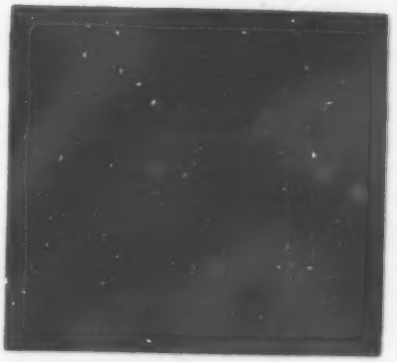


6. En hiver, les bourgeons mâles renferment un cône bien développé qui en remplit la cavité.

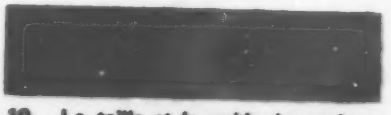


7. Les cônes mâles sont jaunes et pourvus d'un long pédoncule.

8. Les cônes femelles sont dressés et de couleur pourpre à rose; leurs bractées en forme de pointe aigue sont saillantes.



9. Les cônes mesurent de 40 à 60 mm de longueur et sont pourpre clair jusqu'à maturité. Les vieux cônes deviennent brun-gris.



10. La taille et le poids des graines varient, un kilogramme en comptant de 150 000 à 450 000.

Pruche subalpine

Tsuga mertensiana (Bong.) Carr.
par S. Eis et D. Craigdallie

La pruche subalpine commence généralement à produire des graines vers l'âge de 30 ans ou un peu plus tardivement si elle croit à l'ombre. Elle en produit ordinairement chaque année, mais les bonnes récoltes peuvent avoir lieu tous les 3 ou 6 ans.

Il est possible de reconnaître les bourgeons dès qu'ils sont complètement formés d'après leur position dans la cime et sur la branche, leur forme et leur taille. Les bourgeons femelles se trouvent principalement au sommet de la cime sur des branches vigoureuses, tandis que les bourgeons mâles sont produits dans la partie médiane et inférieure, sur des branches moins vigoureuses. Chez les arbres poussant en espace libre, cependant, les bourgeons des deux sexes peuvent se trouver dans toutes les parties de la cime.

DESCRIPTION DES BOURGEONS

Même les années de production abondante, la plupart des bourgeons terminaux sont à feuilles (1). Sur les branches vigoureuses, ils peuvent mesurer jusqu'à 4 mm de longueur, mais sur les moins vigoureuses, leur longueur moyenne peut n'être que de 2 mm. Leurs écailles externes sont carénées et, en coupe transversale, ils paraissent angulaires. Comme le développement des aiguilles est lent à l'intérieur du bourgeon, celui-ci n'est pas complètement rempli (2) et les écailles membraneuses, vert pâle, les plus profondes ne sont pas comprimées. Les écailles externes sont coriaces, vertes ou vert brunâtre et couvertes de poils fins (1). Tout le bourgeon est ordinairement caché par plusieurs petites aiguilles vert brunâtre.

Les bourgeons femelles (3) se trouvent en position terminale sur des branches vigoureuses, et sont ordinairement solitaires, rarement en groupes de deux ou trois. Ils sont à peu près ovoïdes et un peu plus larges que les bourgeons à feuilles en position similaire, leur longueur étant en moyenne de 4 à 6 mm. Au cours de la dormance hivernale, le cône femelle est déjà bien développé (4), remplissant complètement la cavité du bourgeon et en comprimant les écailles membraneuses internes, vert clair. Les écailles carénées externes vont du rouge au violet rougeâtre et sont couvertes de poils fins; elles ont été écartées par le développement rapide du cône de sorte que les écailles lisses, d'un brun rougeâtre plus clair sont visibles (3). Le bourgeon est presque entièrement caché par plusieurs aiguilles d'un brun rougeâtre.

Les bourgeons mâles occupent ordinairement des positions subterminales sur des branches secondaires moins vigoureuses où ils sont ordinairement en groupes de 3 à 6; ils peuvent également se trouver en position latérale, solitaires ou en groupes de 2 ou 3. Ils mesurent de 2 à 4 mm de longueur, sont ovoïdes ou obovoïdes, et leurs écailles extérieures brun clair ou brun rougeâtre sont finement pubescentes, et ne portent pas de traces saillantes. Le cône remplit complètement la cavité du bourgeon (5), et il arrive qu'il se développe suffisamment avant la période de dormance pour que le bout du bourgeon ne soit recouvert que par des écailles lisses brun clair.

Il est facile de reconnaître les bourgeons lorsque les écailles sont enlevées, mais étant donné leur petite taille, une loupe peut être nécessaire. Les bourgeons à feuilles renferment la pousse de l'année suivante densément recouverte de jeunes aiguilles vertes non développées, disposées en spirales (2). En période de dormance, le bourgeon femelle renferme un cône muni de ses bractées et ses écailles ovulaires (4). Les bractées de forme pointue sont alors plus longues que les écailles ovulaires rondes. Le bourgeon mâle renferme un cône pourvu de microsporophylles et de sacs polliniques jaunes (6).

POLLINISATION

A la mi-mai, le cône mâle, de couleur rouge, a grossi suffisamment pour sortir des écailles du bourgeon. A partir de ce moment, les microsporanges grossissent et deviennent jaunes, le pédoncule du cône croit jusqu'à environ 12 mm et l'axe du cône s'allonge (7).

Dans la cellule-mère des microspores, la division méiotique comprenant une réduction des chromosomes, qui avait commencé à l'automne, se termine au printemps. Des tétrades de microspores sont présentes à la mi-avril. A la mi-mai, les cellules se séparent et s'arrondissent. A la mi-juin, les grains de pollen matures, à cinq cellules, ayant leurs sacs aérifères sont prêts pour la pollinisation.

De nombreux bourgeons mâles avortent au cours de l'hiver. Les bourgeons vivants et avortés ne diffèrent pas extérieurement. La seule façon de reconnaître un bourgeon avorté est de le couper ou d'en enlever les écailles pour découvrir un cône brun, desséché. Les bourgeons avortés restent sur le rameau et peuvent être pris pour des bourgeons mâles en développement l'année suivante.

FECONDATION

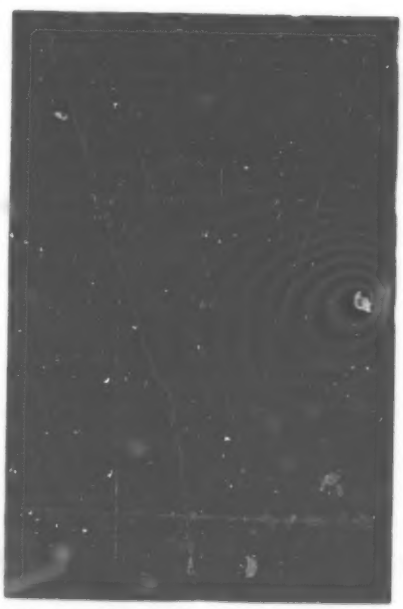
Lorsque les cônes femelles sortent, ils se recourbent vers le haut. Au moment de la pollinisation, ils mesurent de 16 à 22 mm de longueur, sont dressés, et leurs bractées sont largement écartées (8)' Les écailles ovulaires sont petites, et les ovules apparaissent seulement comme des renflements blanchâtres sur leur face ventrale. Les grains de pollen restent au micropyle environ un mois. A la mi-juillet, le tube pollinique s'enfonce dans le gamétophyte femelle. Les écailles ovulaires, de forme à peu près ovale, grossissent et s'épaississent, remplissant les espaces internodaux entre les bractées. La fécondation a lieu à la fin de juillet. Les cônes se replient vers le bas et restent pourpres ou pourpre brunâtre. A la fin d'août, ils ont atteint leur pleine longueur et mesurent alors de 40 à 60 mm de long et de 12 à 15 mm de large (9). L'embryon est complètement formé à la mi-septembre.

GRAINES

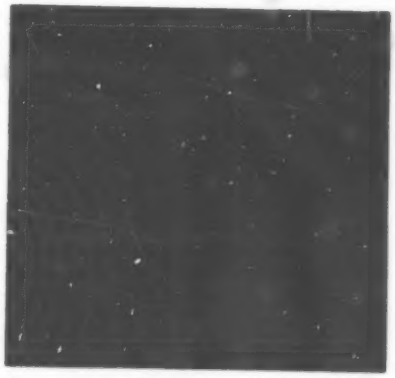
La dispersion des graines se produit à partir de la fin de septembre jusqu'au début de novembre. Les cônes renferment environ 60 graines, mais une vaste proportion d'entre elles sont vides. La taille des graines varie de 2 à 4 mm de long et de 1,2 à 2,0 mm de large (10), et l'aile mesure de 4 à 6 mm de long. Le nombre de graines dans un kilogramme varie de 150 000 à 450 000 et est en moyenne de 250 000 environ.

Pin argenté

1. L'hiver, tous les bourgeons terminaux se ressemblent. Les cônes mâles, très petits, ne produisent pas de renflements.

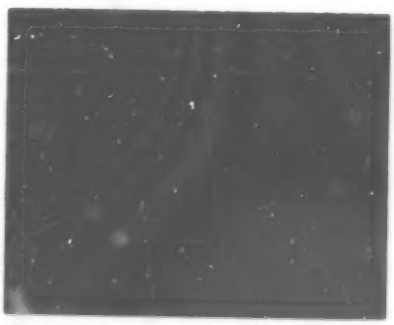


2. Les cônes mâles occupent la place de faisceaux d'aiguilles et ne sont décelables qu'au moyen d'une loupe. Les cônes femelles ne peuvent être distingués des cones sur les branches avant le printemps.



3. Les cônes mâles se forment à la base d'une pousse de l'année autour de laquelle jusqu'à 20 peuvent être groupés.

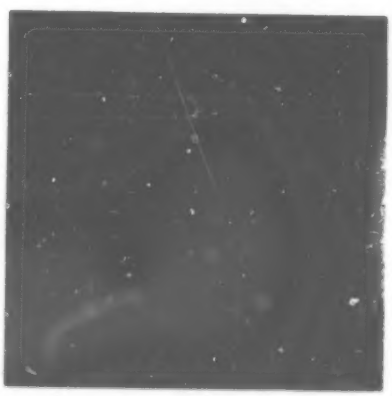
4. Les cônes femelles occupent des positions subterminales sur des pousses de l'année. Ils sont rouges ou roses, ont environ 20 mm de longueur, et leur pédoncule mesure environ 15 mm.



5. A la fin de la saison de croissance, les cônelets ont atteint une longueur d'environ 50 mm. Ils sont verts ou bruns.

6. Après la pollinisation, la croissance des écailles entraine la fermeture du cône et empêche ainsi la contamination.

7. Les cônes deviennent matures au cours de la deuxième saison de croissance vers la fin d'août, leur couleur passant au brun ou au brun clair.



8. Les graines sont grosses et lourdes; on en compte de 30 000 à 50 000 dans un kilogramme.

Pin argenté

***Pinus monticola* Dougl.**

par S.Eis et D.Craigdallie

Le pin argenté est généralement un bon producteur de graines. Bien que les cônes mâles et femelles existent sur le même arbre, il est précoce quant à la production de cônes femelles qu'il peut porter dès l'âge de 12 à 16 ans ou même plus tôt dans le cas des arbres exposés. La production de cônes mâles commence vers l'âge de 20 ans. Les cônes femelles sont le plus abondants sur les branches vigoureuses de la partie supérieure de la cime. Ils se trouvent sur les pousses de l'année en position subterminale, parfois de façon solitaire, mais plus souvent en groupes de 2 à 4 (4). Les cônes mâles sont produits au bas et au milieu de la cime et sont disposés en spirale à la base d'une pousse de l'année, en groupes souvent de plus de 20 (3).

Chez les pins, les cônes mâles et femelles commencent à se développer à l'intérieur des bourgeons à fleurs, mais chez les pins tendres (auxquels appartient le pin argenté), le début du développement est quelque peu différé. Les cônes mâles commencent à se former à la fin de la saison de croissance précédant la pollinisation et occupent des positions axillaires latérales (3) normalement occupées par des pousses courtes ou des faisceaux d'aiguilles. Ils sont petits et difficiles à distinguer des primordiums d'aiguilles jusqu'au début de la dormance, et les bourgeons à feuilles qui les contiennent ne présentent aucun renflement à leur base (1 et 2) comme on en trouve chez les pins durs.

Les primordiums subterminale qui peuvent se développer en cônes femelles ou en pousses laterales, commencent également à se former à l'automne. Donc, la présence d'un cône femelle à l'intérieur du bourgeon à feuilles ne peut etre décelée avec l'aide d'un microscope au cours de la dormance hivernale en raison de leur faible développment; tous les bourgeons subterminaux se ressemblent.

CONES

Les bourgeons semblent rester en état de dormance jusqu'à la mi-avril environ, les cônes mâles (toujours à l'intérieur du bourgeon à feuilles à côté d'une pousse en croissance) commencant alors à s'allonger. Les microsporophylles prennent une forme pointue, et les pousses portant les cônes mâles sortent des écailles des bourgeons. La division méiotique a lieu vers la mi-mai, et les tétrades angulaires de microspores sont formées peu après. Les microsporanges, pleins de pollen, passent du vert, vert rougeâtre ou vert brunâtre au jaune (3). Le pollen atteint la maturité vers la mi-juin. Les cônes mâles mesurent environ 8 à 10 mm de long et environ 5 mm de large.

Les cônes subterminaux, à l'état rudimentaire au cours de la dormance hivernale, recommencent à se développer au début d'avril. Dans les cônes femelles les bractées commencent à se former en position acropète au début de mai et mesurent environ 3 mm de longueur au moment de la pollinisation. Elles sont cordiformes, à marges irrégulières. Vers la mi-mai, les écailles ovulaires commencent à se développer à l'aiselle des bractées, et les ovules forment de petits renflements à leur face ventrale. Au moment de la pollinisation, les écailles ovulaires sont larges, épaisses, et ont une longueur égale à la moitié ou au trois quart de celle des bractées (4). Les cônes femelles sont rouges ou roses, mesurent 12 à 20 mm de long et 5 à 7 mm de diamètre, ont un pédoncule d'environ 15 mm de long et quelques écailles de bourgeons à la base (4).

POLLINISATION

Au moment de la pollinisation, l'axe du cône mâle s'allonge et la séparation des cellules le long de la ligne de déhiscence de chaque microsporange entraîne la libération du pollen. L'axe du cône femelle s'allonge également, provoquant la séparation des bractées de telle sorte que le pollen puisse se glisser entre celles-ci jusqu'au micropyle des ovules.

La pollinisation a lieu vers la mi-juin et est fortement conditionnée par la température et l'humidité. Chaque arbre est réceptif pendant jusqu'à deux semaines, et les variations d'un arbre à l'autre peuvent étendre la période de transport du pollen à plus de trois semaines.

Après la pollinisation, les cônes mâles se dessèchent, meurent et tombent. Dans le cône femelle, l'élargissement et l'épaississement des écailles entraînent la fermeture du cônelet, empêchant la contamination (5). Peu de temps après, les écailles constituent la seule partie visible du cônelet (6), ce qui lui donne une couleur brun verdâtre ou brune. Les bractées finissent de se développer peu de temps après la pollinisation et restent à l'intérieur du cône, constituant des appendices dorsaux aux écailles. A la fin de la saison de croissance, les cônelets ont environ 40 à 50 mm de longueur, mais il ne siège que peu d'activité, ni dans le pollen ni dans l'ovule, jusqu'au printemps de l'année suivante.

FECONDATION

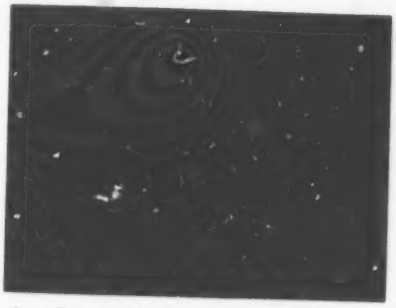
Les tubes pollinique recommencent à s'allonger vers la mi-mai, et au début de juin, deux gamètes mâles non motiles sont formées. Au même moment environ, le gamètophyte femelle est le siège de divisions méiotique nucléaires, donnant naissance eventuellement à un grand nombre de noyaux libres. La fécondation a lieu vers la mi-juin, à peu prés 12 mois après la pollinisation.

Au début d'août, les cônes sont complètement développés (7). De couleur verte, vert pourpre ou pourpre foncé, ils mesurent de 10 à 25 cm de long et de 2 à 3 cm de diamètre. Au milieu du mois, trois zones méristématiques distinctes apparaissent dans l'embryon, l'hypocotyle, ou la radicule dans la réproximale et l'axe de la plantule dans la région distale. A la fin d'août, les cotylédons se développent à partir des petits renflements de l'axe. La fréquence des avortements des ovules ou de l'embryon durant le développement est faible.

GRAINES

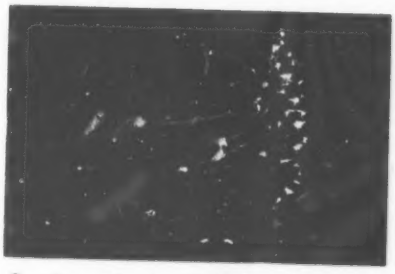
Au début de septembre, les cônes commencent à se dessécher, et leur couleur passe au beige foncé, au brun ou au brun pourpre. Les graines sont libérées à la fin du mois et au début d'octobre. On compte de 250 à 350 cônes dans un hectolitre, et chaque cône donne environ 200 graines, pour la plupart bien remplies et viables. Celles-ci (8) mesurent de 5 à 7 mm de longueur, de 3 à 4 mm de largeur et environ 2 mm d'épaisseur. Elles sont brun clair à brun foncé et souvent couvertes de taches foncées. L'aile, de couleur brune, mesure 18 à 26 mm de longueur et 6 à 7 mm de largeur et est plus foncée le long du bord droit et à l'extrémité. Il faut de 30 000 à 55 000 graines pour faire un kilogramme.

Épinette rouge

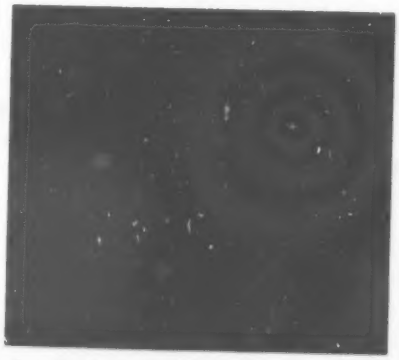


1. Au printemps, les cônes mâles sortent des bourgeons en poussant latéralement les écailles.

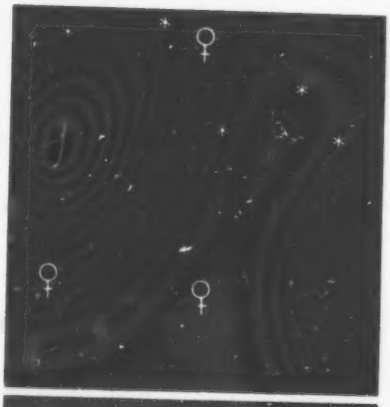
2. Le cône mâle se développe en position dressée.



3. Les microsporophylles s'écartent, et les microsporanges qu'elles portent se fendent en libérant le pollen.

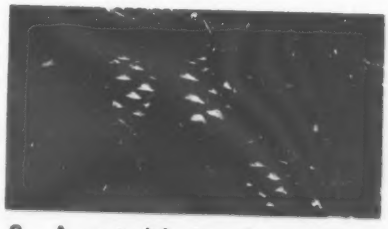


4. Après la libération du pollen, les cônes se dessèchent, flétrissent, puis tombent.

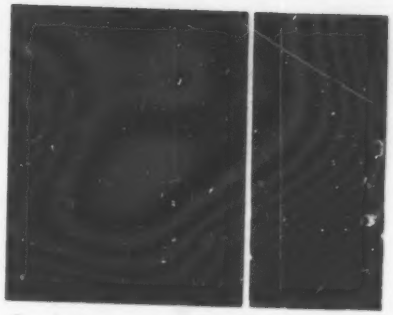


5. et 6. Les bourgeons à feuilles sont coniques; les bourgeons femelles sont ovoides-coniques, et des écailles lisses paraissent souvent près de l'apex; les bourgeons mâles sont globuleux-coniques.

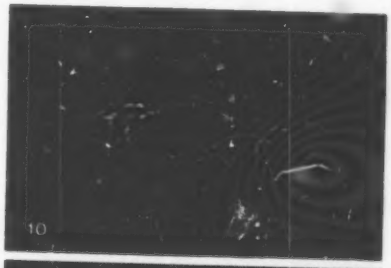
7. Un cône femelle en maturation ayant atteint sa taille définitive est de couleur grisâtre ou verdâtre avec des nuances brun rosâtre qui deviennent plus foncées lorsque la maturité approche.

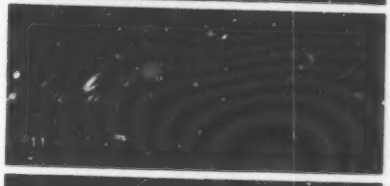


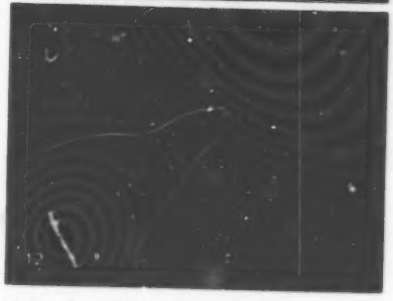
8. A maturité, les cônes femelles ouverts sont ovoides et de couleur brun rougeâtre.



9. La couleur des cônes femelles au stade réceptif varie de verdâtre à rose ou pourpre. De petites bractées soustendent les écailles ovulaires plus grosses recourbées vers le bas, ce qui permet de diriger le pollen à l'intérieur.







10., 11. et 12. Les écailles ovulaires se replient vers le haut pour fermer le cône qui continue de se développer (10) et qui prend ensuite une position horizontale (11) puis devient pendant (12).

13. Les graines sont pourvues d'une aile terminale fixée d'une manière embrassante. L'aile se détache facilement.

* bourgeons à feuilles

Épinette rouge

***Picea rubens* Sarg.**

par G.R. Powell

En peuplement, l'épinette rouge commence à produire des cônes à peu près 30 ans après le dégagement, tandis qu'en croissance libre, les arbres vigoureux peuvent en produire dès l'âge de 15 ans. De grosses récoltes sont obtenues à des intervalles de deux à huit ans chez les arbres en santé. Les cônes femelles sont formés dans les plus hautes parties de la cime, et les cônes mâles, dans une zone au-dessous, s'étendant parfois jusqu'à la base de la cime chez les arbres en croissance libre.

BOURGEONS

Les bourgeons terminaux et latéraux ont commencé à se former avant que les pousses qui les portent sortent de leurs bourgeons. Leur différenciation se produit lorsque les pousses arrêtent de s'allonger. Les bourgeons en position terminale ou latérale peuvent se développer en bourgeons à fleurs (6), mais dans le cas des bourgeons terminaux une telle différenciation dépend de la vigueur relative de la pousse où ils se trouvent et de la position de celle-ci sur la branche. Sur les pousses relativement vigoureuses dans toutes les parties de la cime, les bourgeons à fleurs sont généralement en position proximale ou médiane, tandis que sur les pousses relativement faibles on les trouve surtout en position distale ou terminale (5 et 6).

Le mode de répartition des bourgeons dans la cime et sur la pousse facilite l'identification des bourgeons, car leurs divers types ne diffèrent pas beaucoup (5 et 6). En hiver, les bourgeons à feuilles sont de forme à peu près conique, les bourgeons femelles sont ovoïdes-coniques, et les mâles, globuleux-coniques. La taille des bourgeons n'est pas spécialement instructive car elle varie selon la vigueur de la pousse et la position; néanmoins, les bourgeons mâles sont généralement plus petits que les bourgeons femelles.

A l'intérieur, le type de bourgeon est facilement reconnaissable. Dans un bourgeon à feuilles, le primordium de la pousse présente des primordiums à bout arrondi, uniformément verts, disposés en spirales autour de l'axe. Par contre, le cône femelle présente de larges bractées vertes, disposées en spirales autour de l'axe et portant chacune à leur face ventrale une écaille ovulaire blanchâtre d'à peu près la même taille. Quant aux cônes mâles, ils sont plus petits et plus globuleux, et présentent des microsporophylles larges et vertes, disposées en spirales autour de l'axe; chaque microsporophylle porte deux microsporanges blanchâtres à sa face dorsale. Ainsi, même si les cônes des deux sexes ont des structures vertes et blanchâtres, la position de ces structures est inversée.

DÉBOURREMENT ET RÉCEPTIVITÉ

Lorsque les bourgeons à fleurs commencent à gonfler, de quatre à six semaines avant d'éclater, les deux genres deviennent plus reconnaissables. Le bourgeon femelle prend une forme plus allongée et pointue à mesure que les écailles lisses internes du bourgeon apparaissent près de son extrémité, tandis que le bourgeon mâle prend une forme plus globuleuse puis devient ovoïde-cylindrique. Lorsque le bourgeon mâle éclate, ses écailles sont généralement repoussées latéralement (1); dans le cas du bourgeon femelle, le cône conserve souvent un capuchon d'écailles pendant qu'il s'allonge.

Le cône mâle, en position dressée, se développe rapidement par allongement de son axe à l'intérieur et au-dessous et atteint une longueur de 15 à 23 mm (2 et 3). Les pointes des microsporophylles à marge érodée, ressemblant à des feuilles, mais de couleur jaunâtre à pourpre et pointées vers le haut, s'écartent (3), et les microsporanges jaunes, à leur face dorsale proximale, se fendent et libèrent le pollen. Le cône se dessèche ensuite (4), brunit et finit par tomber en laissant les écailles du bourgeon sur la pousse.

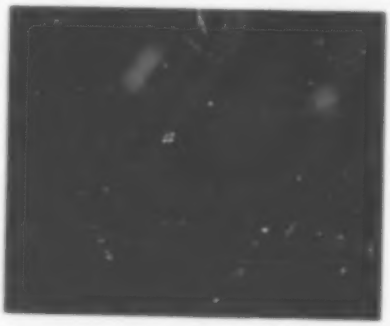
Le cône femelle, en position dressée, se développe rapidement. En même temps, les écailles ovulaires se développent vers le haut et vers l'extérieur et se recourbent vers le bas à leur extrémité lorsque le stade de pleine réceptivité est atteint (9). Le cône mesure alors de 15 à 24 mm de longueur et 10 à 14 mm de largeur et a une forme ovoïde-cylindrique. Une petite bractée verdâtre ou rougeâtre est présente au-dessous de chaque écaille ovulaire. La couleur des écailles varie d'un arbre à l'autre, du vert (parfois) au rose et au pourpre avec une "efflorescence" bleuâtre. Le pollen pénètre dans le cône femelle par les ouvertures entre les écailles et parvient aux deux excroissances des téguments qui sont orientées vers le bas sur les marges internes des écailles ovulaires. La continuation de la croissance et de l'épaississement de ces écailles et surtout le redressement de leur extrémité vers le haut ont pour effet de boucher les ouvertures du cône, mettant fin au stade réceptif (10).

CÔNES FEMELLES ET GRAINES

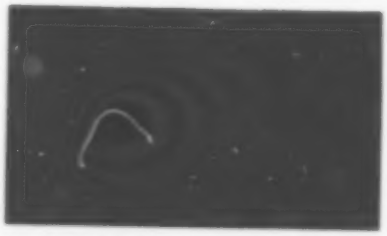
En se refermant, le cône femelle change de couleur, car la face dorsale grisâtre des écailles ovulaires se trouve exposée. Par la suite, l'axe à la base du cône commence à pencher, et le cône prend d'abord une position horizontale (11) avant de devenir pendant (12). Les bourgeons à feuilles éclatent à peu près au moment où le cône se trouve à l'horizontale. Le développement du cône se poursuit jusqu'à la mi-juillet. Vers la fin de juin, les ovules ont atteint leur taille définitive; la fécondation a lieu, et l'embryon commence à se développer dans les graines fécondées. A la fin de sa croissance, le cône est d'une couleur verdâtre ou grisâtre terne (7) et mesure de 25 à 45 mm de longueur et de 13 à 24 mm de largeur. En août et au début de septembre, il se dessèche et devient graduellement brun rougeâtre. Par temps sec, les écailles se recourbent vers l'extérieur, ce qui entraîne son ouverture et permet la dissémination des graines (8). Environ 75% des graines sont tombées huit semaines après la maturation du cône; le reste est libéré sur une période plus longue en hiver. Le cône femelle tombe ordinairement moins d'un an après la maturation.

Les graines de l'épinette rouge mesurent de 2 à 3 mm de longueur et de 1 à 2 mm de largeur. Elles sont pourvues d'une aile brun pâle, de 8 à 10 mm de longueur, attachée d'une manière embrassante; cette aile est facilement et totalement détachable (13). Les graines vides, moins lourdes que les graines pleines, peuvent être éliminées par des moyens mécaniques ou par flottation. Par conséquent, les lots épurés renferment surtout des graines pleines. En moyenne, il faut 306 000 graines pour faire 1 kilogramme.

Sapin baumier

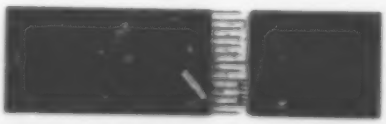


1. Les bourgeons mâles sont formés en grand nombre à la face dorsale des pousses dans la zone de développement des cônes mâles dans la cime.



2. Après le débourrement, la couleur des cônes mâles varie, selon l'arbre, de pourpre bleuâtre à pourpre, rouge, orange ou jaune.

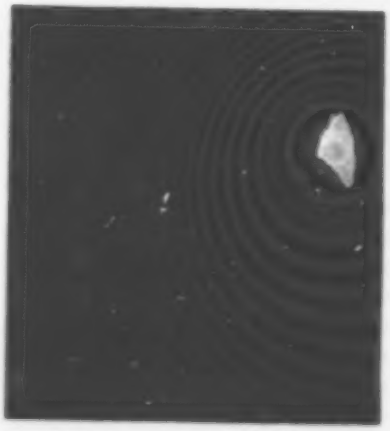
3. Lorsque le pollen est disséminé, l'axe des cônes mâles s'allonge, faisant sortir ceux-ci des écailles du bourgeon. Le cône flétrit ensuite et tombe graduellement.



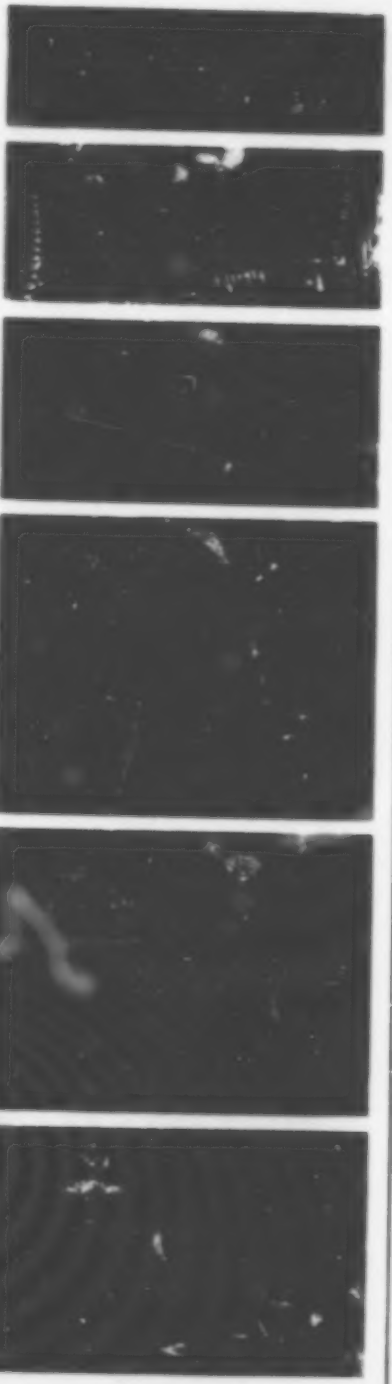
4. Les graines sont munies d'une aile pourpre ou brune fixée d'une manière enveloppante. Le mode de fixation de l'aile et les vésicules de résine entre la base de l'aile et la graine empêchent l'enlèvement complet de l'aile; par conséquent on n'en enlève que la lame.

5. Les bourgeons femelles gros et de forme à peu près ovoïde-conique sont formés à l'aisselle de quelques feuilles seulement à la face ventrale des pousses.

6. Les cônes femelles sortent des écailles du bourgeon en repoussant celles-ci latéralement.



7. A l'état réceptif, les cônes femelles sont ordinairement vert jaunâtre. Les grosses bractées, qui sous-tendent de petites écailles ovulaires, servent à diriger le pollen à l'intérieur du cône.



8. à 13. Les cônes femelles demeurent dressés durant tout leur développement. Le stade réceptif (8) se termine lorsque les écailles ovulaires sortent entre les bractées (9) qui sont surdéveloppées (10), le cône atteignant alors sa taille définitive (11). Il y a exsudation de résine près de l'extrémité du cône. Les cônes se dessèchent, les écailles se séparent (12) et tombent ensuite avec les graines (13) en laissant l'axe ligneux dressé sur la pousse.

Sapin baumier

***Abies balsamea* (L.) Mill.**

par G.R. Powell

En peuplement, le sapin baumier commence à produire des cônes 30 ans environ après le dégagement, mais en croissance libre, les arbres vigoureux peuvent commencer à en produire dès l'âge de 15 ans. Les arbres en santé produisent généralement des cônes tous les deux ans. Les cônes femelles sont formés sur les branches nodales des trois à six premiers verticilles à partir du haut et sur les branches internodales tandis que les cônes mâles se développent au-dessous dans une zone de 1 à 4 m. Les deux types de cônes se trouvent ordinairement dans des zones séparées, mais il peut y avoir un léger chevauchement lorsque la production est abondante.

BOURGEONS

Tous les bourgeons ont commencé à se former avant que les pousses qui les portent sortent de leurs bourgeons, mais la différenciation se produit lorsque l'allongement de la pousse est terminé. Les bourgeons, où qu'ils soient, peuvent ne pas se différencier et demeurer latents. Les bourgeons terminaux et subterminaux peuvent seulement se différencier en bourgeons à feuilles, de sorte que les bourgeons à fleurs sont toujours en position latérale. Dans la zone des cônes femelles, les bourgeons latéraux se forment à la face ventrale des pousses à l'aisselle de quelques feuilles seulement. On compte ordinairement de un à trois bourgeons femelles par pousse. Ce sont eux qui deviendront les plus gros sur la pousse (5). A la fin de l'été, il est possible de les distinguer des bourgeons à feuilles en même position qui sont plus courts, plus étroits et plus coniques. Dans la zone des cônes mâles, les bourgeons latéraux prennent presque toujours naissance du côté dorsal de la pousse à l'aisselle de la plupart des feuilles. Les bourgeons mâles ont une forme ellipsoïdale à globuleuse et peuvent être nombreux sur une même pousse (1).

Les bourgeons femelles et les bourgeons à feuilles présentent des masses épaisses d'écailles brunes, enduites de résine, entourant de minces écailles internes, blanches ou violacées, non serrées, qui forment une sorte d'arche au-dessus du cône ou de la pousse. Les bourgeons mâles sont pourvus d'une mince couche d'écailles. A l'état dormant, le cône femelle mesure de 1 à 1,5 mm de longueur et est presque aussi large. Il est constitué de longues bractées pointues, disposées en spirales autour de l'axe, et d'un petit apex. Chaque bractée porte un primordium d'écaille ovulaire sur le quart inférieur de sa face ventrale. A l'état dormant, le cône mâle mesure moins de 1 mm de long et est constitué de courtes microsporophylles à bout arrondi, disposées en spirales autour de l'axe. Chaque microsporophylle présente à sa face dorsale deux microsporanges formant des projections bulbeuses. Dans un bourgeon à feuilles, on trouve, disposés en spirales autour de l'axe de la pousse à l'état d'ébauche, des primordiums foliaires à bout arrondi dépourvus de structures aux faces ou aux aisselles.

DÉBOURREMENT ET RÉCEPTIVITÉ

En hiver, les cônes à l'intérieur des bourgeons commencent à se développer de 6 à 10 semaines avant le débourrement. Les bourgeons mâles deviennent vite gonflés, mais les bourgeons femelles gonflent seulement une fois que les espaces vides internes sont remplis. Le gonflement des bourgeons à feuilles est plus tardif. Les bourgeons mâles éclatent de deux à trois semaines avant les bourgeons à feuilles, et les bourgeons femelles (6), environ 10 jours avant.

Les cônes mâles se développent rapidement jusqu'à une longueur de 4 à 7 mm, puis les microsporanges se fendent en libérant le pollen (3). L'axe s'allonge également sous le cône en poussant celui-ci hors des écailles du bourgeon. Avant la libération du pollen, la couleur du cône varie selon l'arbre de pourpre bleuâtre à pourpre, pourpre rougeâtre, rouge, orange et jaune (2). Après la dissémination du pollen, le cône flétrit, brunit et tombe en laissant les écailles du bourgeon sur la pousse.

Les cônes femelles se développent rapidement atteignant une longueur de 2 à 3 cm en position dressée, puis arrêtant de s'allonger pendant quatre à huit jours. A ce stade receptif, ils sont généralement vert pâle ou vert-jaune (7 et 8), mais ils peuvent aussi être orangés ou violacés. La couleur est donnée par les bractées qui constituent alors la majeur partie du cône. Celles-ci sont écartées en formant des ouvertures rhombiques par lesquelles pénètre le pollen. Les téguments des ovules qui se sont développés sur les écailles ovulaires dépassent alors la bordure interne du limbe de chaque bractée et se sont élargis pour former des structures en forme d'entonnoir orientées vers le bas auxquelles le pollen adhère. La dissémination et la réception du pollen ont lieu au moment de l'épanouissement des bourgeons à feuilles.

CÔNES FEMELLES ET GRAINES

Le cône femelle recommence à s'allonger rapidement à mesure que le développement de l'écaille ovulaire s'accélère. Bientôt, les écailles grises à pourpres apparaissent entre les bractées et bouchent les ouvertures (9). La croissance des écailles et du cône se poursuit jusqu'à la mi-juillet (au même moment, se termine l'allongement des pousses); le cône mesure alors de 4 à 7 cm de longueur et de 15 à 28 mm de largeur. En général, les écailles dépassent les bractées (10 et 11), mais chez le sapin baumier l'extrémité des bractées continue de faire saillie au dehors. Au cours de la croissance, une résine blanche est abondamment exsudée du sommet du cône (9 à 11). La fécondation a lieu à la fin de juin et est suivie d'une rapide croissance de l'embryon dans la graine.

Les cônes femelles se dessèchent et brunissent en août. Les écailles se séparent ensuite (12) et tombent sous l'action du vent qui brise les cônes et les disémine ainsi que les graines (13). L'axe reste fixé à la pousse pendant de nombreuses années.

Les graines mesurent de 3 à 6 mm de longueur, de 2 à 3 mm de largeur et de 1,5 à 2,5 mm d'épaisseur (4). Chaque graine est pourvue d'une aile pourpre ou brune fixée d'une manière enveloppante, et des vésicules de résine sont présentes entre la base de l'aile et la graine. Ceci rend presque impossible d'enlever toute l'aile de sorte qu'on en enlève seulement la lame pour le stockage des graines (4). Comme les graines vides et les graines pleines forment toutes deux une membrane épaisse et dure et ont une masse similaire, leur séparation mécanique est difficile. Les lots "épurés" de graines (en moyenne 131 000 dans 1 kg) peuvent donc renfermer un grand nombre de graines vides. C'est l'une des raisons du faible taux de germination parfois attribué aux graines du sapin baumier.